2

DISCOURS DU MOUVEMENT LOCAL.

Avec des Remarques sur le Mouvement de la Lumiére.

Par le R. P. IGNACE GASTON PARDIES, *de la Compagnie de* JESUS.

QUATRIE'ME EDITION.

BIBLIOTECA NACIONAL EMANUELE III

A LA HAYE,
Chez HENRI DU SAUZET.

M. DCC. XV.

PREFACE.

JE ne prétens pas faire ici l'Eloge des Méchaniques, & étaler les avantages que nous donne la ſcience du mouvement. On ſçait aſſez que toutes les productions qui viennent ou de l'induſtrie des hommes, ou des cauſes de la Nature, ne ſe font que par le mouvement. De ſorte qu'il n'eſt pas poſſible de pénétrer dans les ſecrets de la Phyſique, ni de réüſſir dans l'invention & dans la pratique des Arts, ſans le ſecours des Méchaniques, c'eſt-à-dire, ſans la connoiſſance des loix du mouvement. Ie n'entreprens pas non plus de traiter ici toute

cette matiére : elle eſt trop vaſte pour être compriſe dans un ſi petit diſcours. Ie me ſuis reſtraint à ce qui peut être appellé les élémens de cette ſcience, & j'inſiſte particuliérement à conſidérer la communication qui ſe fait du mouvement dans les percuſſions. Il eſt vrai que ce ſujet a été traité par de trés-grands hommes; mais je m'y prens, ce me ſemble, tout autrement qu'ils n'ont fait : car ſans faire aucune hypothèſe particuliére, je m'attache à rechercher dans les ſources mêmes de la Nature les cauſes de tous les effets que nous voyons dans les mouvemens, & je tâche d'en faire des démonſtrations, qui ne ſuppoſant aucune expérience, ne ſont fondées que ſur des principes inconteſtables de la pure Métaphyſique. Ce deſſein ſans doute paroîtra hardi à ceux qui ſçavent

la

la difficulté qu'il y a de prévenir ainſi l'expérience, & de preſcrire à la Nature des loix qu'elle doive enſuite obſerver. Peut-être auſſi que la différence qui ſe trouve entre les régles que je tâche d'établir ici, & celles que M. Deſcartes a poſées dans ſes Principes, ſervira de ſujet à la curioſité de ceux qui aiment la Philoſophie de cét Auteur, pour rechercher en quoy conſiſtent mes paralogiſmes, puiſque les raiſonnemens que je fais ſont ſi oppoſez à ceux que pluſieurs ont tenu juſques ici pour de véritables démonſtrations. Car j'avouë que de ſept régles du mouvement que donne M. Deſcartes, il n'y en a qu'une ſeule qui s'accorde avec les miennes: de ſorte qu'il faut ou que ce Philoſophe n'ait pas bien rencontré en ce point, ou que je ſois tombé moy-même en des fautes conſidérables.

Au reſte je ne puis pas ignorer ce qui a été publié par toute la France touchant les Régles de percuſſion, qu'ont propoſé quelques célébres Mathématiciens des Académies Royales de Paris & de Londres. S'il y a de la gloire à inventer quelque choſe de nouveau dans les ſciences, je ne conteſte point à ces Meſſieurs celle qu'ils pourront prétendre pour avoir trouvé le ſecret des loix du mouvement; je la leur cede volontiers toute entiére, & je n'y prétens rien. Je puis dire neanmoins qu'il y a déja trois ans que j'ay donné publiquement tout ce que je mets ici dans ce diſcours; & que ſi l'on compare mes régles avec les leurs, on y trouvera bien peut-être aſſez de conformité, pour croire que j'ay rencontré avec eux la vérité: mais auſſi on y verra aſſez de différence, pour juger que ce n'eſt

pas

pas d'eux que je l'ay appriſe. Outre qu'ils n'ont fait que propoſer ſimplement leurs régles ſans les prouver, au lieu que je tâche de démontrer toutes celles que j'avance. Et quoy-que M. Huygens nous ait fait eſpérer qu'il publieroit bien-tôt un livre où il prouveroit toutes ſes régles; neanmoins ſans me vouloir en aucune façon comparer à un ſi grand homme, j'oſe bien dire que ſa méthode ſera toute différente de la mienne, puiſqu'il s'eſt déja ſuffiſamment expliqué, & qu'il nous a fait entendre que ſes démonſtrations ſont appuyées ſur des hypothéſes particuliéres. Quoi qu'il en ſoit, je me ſuis déja déclaré ſur le peu de prétention que j'ay à la gloire de paſſer pour l'inventeur de ces choſes: je la laiſſe toute entiére à ces Meſſieurs; & s'ils ont la bonté de m'en faire

part, je la recevrai comme une grace, & tiendrai à faveur, s'ils veulent ſeulement reconnoître que j'ay touché leur penſée, ou que du moins je ne m'en ſuis pas fort éloigné.

DIS-

DISCOURS DU MOUVEMENT LOCAL.

SI nous nous imaginons qu'il n'y ait au monde rien de corporel qu'une ou deux boules, & que de ces boules nous ſéparions tout ce qui pourroit cauſer quelque ſorte de ſympathie ou de ſecrette communication, par laquelle l'une attireroit ou chaſſeroit l'autre; en un mot ſi nous conſiderons ces boules libres de toute ſorte de détermination particuliere, ſans légereté,

I. *Le corps eſt de ſoy indifférent pour le repos ou pour le mouvement.*

ſans peſanteur, dans le vuide, ou du moins dans un eſpace tout uniforme, où il n'y eût rien qui les portât plus d'un côté que d'un autre, ou qui les pût empêcher de ſe mouvoir librement: ſi elles venoient à être pouſſées vers quelque endroit, alors nous concevrions que ces boules ſeroient tout-à-fait indifférentes pour ſe toucher, ou pour être ſéparées, pour être ici, ou pour être là; puiſqu'elles ne trouvent rien en un endroit plus qu'en un autre: & par conſéquent elles ſeront auſſi également indifférentes, pour être en repos, ou pour être en mouvement.

ij. Si le corps eſt une fois en repos, il y demeure toûjours.

AINSI ſi nous concevons de plus, qu'une de ces boules eſt en repos en quelque endroit, y ayant été miſe par quelque cauſe, qui ait le pouvoir de remuer ou d'arrêter les corps; nous concevons en même temps qu'elle y demeurera éternellement en repos, s'il n'y a quelque nouvelle cauſe qui vienne la pouſſer, & la tirer de là, en luy donnant du mouvement: parce que cette boule étant d'elle même indifférente au repos ou au mouvement, & étant une fois déterminée au repos, il eſt impoſſible qu'elle ſe détermine elle-même à quitter ce repos pour pren-

prendre le mouvement. Ainſi il faut qu'elle demeure éternellement dans ce repos, s'il ne vient rien d'ailleurs qui l'en ôte.

iij. *Et s'il eſt une fois dans le mouvement, il continuë auſſi de ſe mouvoir toûjours.*

PAR la même raiſon nous devons concevoir, que ſi une de ces boules eſt dans le mouvement, Dieu ou quelque Ange l'aiant pouſſée & aiant commencé à la faire mouvoir; nous devons dis-je, concevoir que cette boule aiant ainſi commencé à ſe mouvoir, elle continuëra de le faire éternellement, s'il n'y a quelque nouvelle cauſe qui vienne l'arrêter: parce que cette boule étant d'elle même indifférente au mouvement & au repos, & étant une fois déterminée au mouvement, il eſt impoſſible qu'elle ſe détermine elle-même à quitter ce mouvement pour prendre le repos. Ainſi il faut qu'elle demeure toûjours dans ce mouvement, s'il ne vient rien d'ailleurs qui l'en ôte.

iv. *Que le repos n'eſt pas une pure négation.*

JE voi bien que nous ſommes portez naturellement à conſidérer le repos comme une ceſſation d'action, & le mouvement comme une action poſitive, laquelle nous expérimentons en nous-mêmes, quand nous nous mouvons, ou que nous voulons mouvoir un autre corps: au lieu que nous concevons qu'un corps demeure en repos

déſlors que perſonne n'y touche, & qu'il n'y a aucune autre cauſe qui lui imprime èffectivement cette qualité ou cette action néceſſaire pour le mouvement. Ainſi il ſemble qu'encore que le corps étant une fois en repos, y demeure éternellement: il ne s'enſuit pas, que s'il eſt une fois dans le mouvement, il y perſiſte auſſi éternellement; puiſque pour ſe mouvoir il eſt beſoin d'une action poſitive, & que le repos n'eſt rien qu'une négation ou une ceſſation d'action ou de mouvement.

V. *Qu'il y a autant d'action poſitive dans le repos, que dans le mouvement.*

Mais ſi la peſanteur de nos corps qu'il nous faut porter, la roideur des membres qu'il nous faut plier, l'agitation des eſprits qu'il nous faut employer, & beaucoup d'autres choſes, nous font expérimenter quelque reſiſtance, & nous obligent d'uſer de quelque violence pour ſurmonter ces empêchemens: on ne peut de là tirer aucune conſéquence contre nôtre hypothéſe, où nous ſuppoſons qu'il n'y a aucun empêchement ni de gravité, ni d'inclination particuliére, ni de corps qui puiſſe réſiſter au dehors. En ce cas il eſt manifeſte qu'il ne faut pas plus d'action pour le mouvement que pour le repos; & qu'afin qu'un corps

ſe

ſe repoſe, il n'eſt pas moins beſoin qu'il ait été mis en repos, qu'il eſt neceſſaire, afin qu'il ſe meuve, qu'il ait été mis dans le mouvement. Et en effet ſi nous conſidérons bien la nature du repos ou du mouvement, nous trouverons que le mouvement peut auſſi-bien être appellé *une ceſſation de repos*, que le repos eſt appellé *une ceſſation de mouvement*: ou plûtot nous trouverons que l'un & l'autre eſt effectivement quelque choſe de poſitif, puiſque le mouvement eſt *un état, par lequel un corps correſpond ſucceſſivement à divers lieux*; ou bien *une préſence paſſagere*, ou *une ſuite de diverſes préſences en divers endroits*: comme le repos eſt *un état, par lequel un corps correſpond toûjours à un même lieu*; ou bien *une même préſence en un même endroit*. De-ſorte que le repos, auſſi bien que le mouvement, eſt *un état*, ou bien *une préſence*; avec cette différence, que le repos eſt un état de conſiſtance & une préſence conſtante, qui eſt toûjours conſervée la même: au lieu que le mouvement eſt un état changeant, & une préſence paſſagére. Or de quelque façon que l'on conſidére ces préſences conſtantes ou paſſagéres, s'il y a quelque action ou quelque force, ou quelque ſorte de

cause dans le corps, qui doive produire cette suite de diverses présences dans le mouvement; il n'est pas moins besoin d'action ou de force dans le repos pour conserver une même présence: parce que conserver une chose, c'est la produire continuellement. Il est donc manifeste, qu'aprés que la présence aura été produite par le corps dans le prémier instant, (je parle dans le sens de ceux qui veulent qu'il y ait une véritable production de ces présences,) il faut qu'elle soit encore produite de nouveau dans l'instant suivant par le même corps, afin qu'il demeure en repos. Or il me semble qu'en cela il y a autant d'action, & autant de force, que pour produire dans ce second instant une seconde présence, au lieu de reproduire la prémiere; & l'on peut en ce sens se servir du vers d'un Ancien:

Non minor est virtus quàm quærere, parta tueri.

Ainsi, soit qu'il faille produire à chaque instant une nouvelle présence pour le mouvement; soit qu'il faille aussi à chaque instant reproduire la même présence pour le repos: cela reviendra toûjours au même, & le corps n'aura pas moins à faire pour se conserver

cette

cette même préſence, & ſe tenir en repos, que pour produire de nouvelles préſences, & ſe conſerver dans le mouvement. D où enfin il faut conclure, que comme le corps dés-là même qu'il a été déterminé une fois au repos, eſt ſuffiſamment déterminé à ſe conſerver toûjours la même préſence: auſſi dés-lors qu'il a été une fois déterminé au mouvement, il eſt ſuffiſamment déterminé à produire toûjours de nouvelles préſences, & à ſe mouvoir ainſi ſans ceſſe.

Vi-Objections.

JE ne veux pas m'amuſer à répondre à toutes les difficultez chicaneuſes que l'on peut faire ſur ce ſujet, parce qu'il eſt aſſez aiſé de les réſoudre. On dit par exemple, qu'une cauſe finie ne peut pas produire un effet infini, & que ce mouvement ſeroit infini, puiſqu'il dureroit éternellement. On dit que celuy qui meut un corps, luy imprime une certaine qualité qui s'appelle *Impétuoſité*, & que tandis que cette qualité dure, le mouvement dure auſſi; mais que cette qualité venant à ceſſer, le mouvement ceſſe de même: & ils ajoûtent que cette qualité ne peut durer toûjours, étant de ſa nature ſi imparfaite, qu'elle n'éxige point de durer long-temps. On dit encore que l'expé-

l'expérience fait voir que tous les mouvemens ceſſent peu-à-peu, comme l'on remarque dans une rouë qu'on aura agitée avec violence; dans une boule qu'on fait rouler ſur un billard; dans une bale ſuſpenduë, & en d'autres corps dont les mouvemens diminüent peu à-peu, & s'éteignent enfin entiérement.

vij. *Une cauſe finie peut avoir un effet qui dure toûjours.*

Je dis qu'il eſt fort aiſé de répondre à toutes ces difficultez, & à beaucoup d'autres ſemblables. Si l'on veut que ce mouvement ſoit un effet infini, parce qu'il dure éternellement; il faut auſſi dire que le repos ſera un effet infini, s'il dure ainſi éternellement; & que par conſéquent une cauſe finie ne pouvant avoir un effet infini, il faudra dire qu'aprés qu'un homme aura mis un corps en repos, ce corps ne pourra pas demeurer éternellement dans ce repos, mais qu'il faudra enfin que ce repos ceſſe, & que le corps commence à ſe mouvoir; ce qui n'eſt pas raiſonnable. Il y a grande différence entre un effet infini, & un effet qui dure éternellement: & s'il eſt vray qu'une cauſe finie ne puiſſe produire un effet infini; auſſi eſt-il veritable qu'une cauſe, pour bornée qu'elle ſoit, peut produire un effet qui ſubſiſte éternelle-

nelle-

nellement, s'il n'eſt détruit par quelque nouvelle cauſe: car ſi je fais une figure quarrée ſur de la cire, cette figure durera toûjours, ſi rien ne vient à la gâter ou à détruire la cire même. Ainſi il n'y a nul inconvénient de dire, que ſi une fois le repos ou le mouvement ſont produits dans un corps, ce repos ou ce mouvement dureront ſans fin, ſi rien ne vient à les détruire.

viij. *Cette qualité qu'on appelle Impétuoſité, dure toûjours.*

POUR ce qui eſt de cette qualité, que l'on prétend être produite dans le corps par celuy qui le pouſſe; il m'eſt fort indifférent qu'on le croie ainſi, ou qu'on ne le croie pas: mais je dis que ſi cette qualité eſt néceſſaire, elle durera éternellement, aprés avoir été une fois produite, & qu'elle ne ceſſera jamais d'être, que lorſque quelque nouvelle cauſe la détruira. Et en cela le ſentiment de Vaſquez eſt fort raiſonnable, lorſqu'il aſſure généralement de toutes les formes tant ſubſtantielles qu'accidentelles, & en particulier du mouvement & de l'*Impetuoſité*; que ſi elles peuvent ſubſiſter un moment ſans avoir beſoin de l'influence de leur prémiére cauſe efficiente, elles durent auſſi toûjours juſques à ce qu'elles ſoient détruites par la production d'une nouvelle forme contraire. Que ſi l'on veut

Vaſquez 1. 2. d 81. c. 2. & 3.

veut encore persister dans ce sentiment, & dire que cette qualité est si foible de sa nature, qu'elle se détruit d'elle-même: avec cela je soûtiens qu'aprés que cette qualité aura été détruite, il faut neanmoins que le mouvement dure, par les raisons que j'ay déja dites: parce que le mouvement ne peut cesser, sans que le repos ne soit produit de nouveau. Or il faut toûjours une cause positive pour produire de nouveau quelque effet que ce soit; au-lieu qu'il n'en est pas besoin pour faire subsister ce qui est déja: & c'est la veritable raison pourquoi une figure quarrée, qui aura été faite sur de la cire, dureroit éternellement, si Dieu empêchoit tous les agens extérieurs de rien détruire dans cette cire, parce que cette cire quarrée ne sçauroit perdre cette figure, sans qu'une autre figure soit produite. Et comme une figure ne peut commencer d'être de nouveau, sans qu'il y ait quelque cause positive qui la produise, & que nous supposons qu'il n'y en a ici aucune; il faut nécessairement que cette prémiére figure qui a déja été produite subsiste toûjours en possession de son existence. Il en est de même du mouvement; & quoique cette impétuosité prétenduë cesse d'être, le mouvement

ment neanmoins qui a déja été produit, ne doit pas ceſſer pour cela, puiſqu'il n'y a aucune nouvelle cauſe qui produiſe le repos, & que le mouvement ne peut ceſſer, que le repos ne ſoit produit.

ix. *Les corps que nous mouvons, ceſſent de ſe mouvoir, parce qu'ils ſont empêchez.*

ENFIN ce que nous voions que les corps pouſſez ceſſent dans peu de temps de ſe mouvoir, ne prouve rien contre nous, puiſqu'il eſt certain que ces corps trouvent des empêchemens à leur mouvement. Auſſi voions-nous que d'autant plus on ôte ou on diminuë ces empêchemens, d'autant plus auſſi durent les mouvemens des corps. Ainſi une boule roule bien plus long-temps ſur une allée bien polie, que dans un chemin raboteux. Une rouë tourne bien mieux, ſi ſon eſſieu eſt fort petit, & bien tourné, que s'il eſt gros & irrégulier; une pierre eſt jettée bien plus loin dans l'air, que dans l'eau. Mais je tâcherai dans la ſuite de ce diſcours d'expliquer comment tous ces empêchemens font ceſſer peu-à-peu le mouvement des corps.

x. *Demande pour la ſeureté des démonſtrations ſuivantes.*

TOUT ce que je viens de dire touchant la nature & la perpétuité du mouvement, eſt en quelque façon néceſſaire pour l'intelligence de ce que je prétens démontrer dans la ſuite de ce diſ-

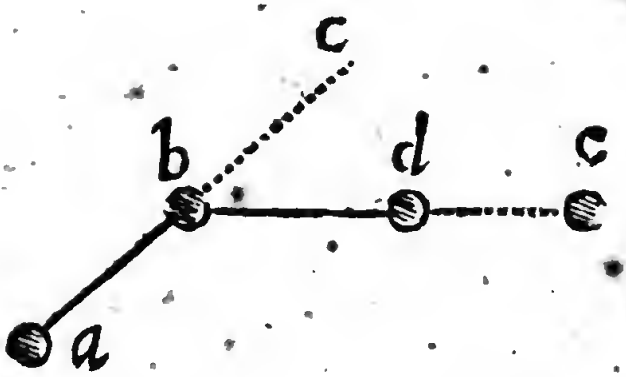
discours. Mais comme cette question ne peut jamais être traitée si clairement, qu'elle ne soit toûjours sujette aux chicanes de la dispute : je voi bien que sans doute aprés tous mes raisonnemens, tous ne seront pas convaincus de ce que j'ay voulu prouver. Et d'ailleurs ne voulant me brouïller avec personne, ni laisser sujet de croire que j'appuie mon discours sur un principe douteux; je déclare que pour la fermeté de mes démonstrations, je n'ay pas besoin qu'on pense que le mouvement seroit en effet perpétuel, pourvû qu'on m'accorde, ce que personne du monde ne sçauroit nier, que le mouvement aiant une fois commencé, dure du moins quelque temps, & se continuë d'autant plus uniformément, qu'il y aura moins d'empêchemens qui l'arrêtent ou le diminüent. Qu'on explique cette continuation du mouvement par la production d'une *qualité impresse*, ou par une simple détermination, ou par tout ce que l'on voudra : cela m'est indifférent. Je demande seulement qu'il me soit permis de poser comme un *Postulatum* de Géométrie, qu'aprés qu'un corps a été une fois poussé, il continuë de se mouvoir pendant quelque temps, & que même

ce temps eſt aſſez notable, lorſqu'au dehors il n'y a rien qui puiſſe arrêter ou diminuer le mouvement Moiennant quoi j'eſpére que les démonſtrations ſuivantes auront toute leur force.

xj. Un corps recevant ſucceſſivement pluſieurs déterminations, demeure affecté ſeulement de la derniére.

NON ſeulement le corps perſévére dans le repos ou dans le mouvement, ſuivant qu'il a une fois commencé d'y être ; mais auſſi il perſévére dans la même eſpéce de mouvement, & dans le même degré de vîteſſe, où il a été mis. Par exemple, s'il a commencé de ſe mouvoir ſur une ligne droite vers l'Orient avec un degré de vîteſſe, il continuë de ſe mouvoir avec un pareil degré, ſans jamais ſe départir d'un ſeul point de cette même ligne. Ce qui eſt manifeſte par les mêmes raiſons que j'ai apportées pour prouver que le mouvement dure toûjours. Mais il faut remarquer que lorſqu'un corps a receu ſucceſſivement pluſieurs déterminations différentes, il reſte affecté de la derniére, ſans que les précédentes faſſent aucune impreſſion ſur lui. Par exemple, ſi une boule a été pouſſée avec la main ou autrement d'*a* en *b*, & qu'enſuite on porte cette même

boule

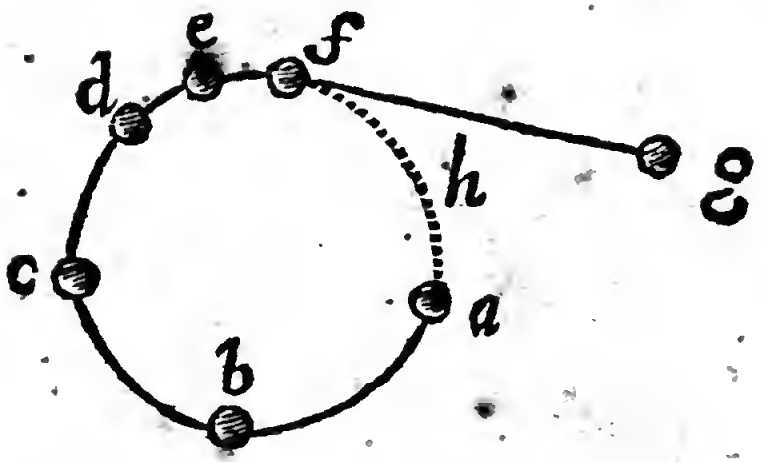


boule de *b* en *d*, & que là on l'abandonne: je dis que la boule continuëra de ſe mouvoir vers *e* ſur une même ligne *b d e*, & avec la vîteſſe qu'elle aura euë de *b* en *d*; & cette prémiére détermination qu'elle avoit receuë d'*a* en *b*, & qui l'auroit portée vers *c*, ne ſert de rien maintenant, non plus que ſi elle n'avoit jamais été: parce qu'elle eſt détruite par cette ſeconde détermination.

xij. *Un corps libre ne peut être déterminé à ſe mouvoir ſur une ligne courbe, ni d'une viteſſe inégale.*

De là il s'enſuit qu'un corps ne peut être déterminé à ſe mouvoir ſur une ligne courbe, ou d'une vîteſſe inégale; mais que tout corps libre continuë de ſe mouvoir en ligne droite & avec une vîteſſe uniforme. Par exemple,

qu'un



qu'un corps ſoit meu ſur une ligne courbe d'*a* par *b c d e* juſques à *f*, (comme l'eſt une pierre dans une fronde,) & qu'on laiſſe enſuite ce corps en *f* pour voir ce qu'il deviendra : je dis qu'il ne continuëra pas de ſe mouvoir ſur la ligne courbe vers *b*, mais qu'il ira vers *g* ſur une ligne droite qui toûchera la courbe au point *f*. Car que le corps ait été prémiérement mû d'*a* en *b*, cela ne fait rien pour cette derniére détermination, & il ſe mouvroit maintenant de même, quand il n'auroit commencé de ſe mouvoir que depuis le point *b*, ou depuis *c*, ou depuis *d* ou *e*, ou encore de plus prés, pourvû qu'il eût toûjours en *f* le même degré de vîteſſe : parce que tous ces prémiers mouvemens ſont autant de déterminations diffé-

différentes, dont les derniéres détruisent les prémiéres; ainsi le corps demeure affecté de la derniére détermination. Or cette derniére détermination le portoit vers *g*; c'est à dire qu'il faut prendre l'inclination qu'a la ligne courbe au point *f*; & cette inclination se mesure par la tangente, comme sçavent les Géométres: ainsi c'est suivant cette tangente que le corps a été déterminé pour la derniere fois, & par conséquent c'est suivant cette ligne qu'il continuë de se mouvoir.

xiij. *Tout corps qui se meut autour d'un centre, fait effort pour s'en éloigner.*

ON voit par là que cét axiome est trés-véritable, *que tout corps qui est mû en rond, fait effort pour s'éloigner du centre de son mouvement*: comme fait une pierre dans une fronde, qui fait ressentir à la main l'effort qu'elle fait pour aller en ligne droite, & s'écarter par conséquent de la main qui est le centre de son mouvement: comme font encore les goutes d'eau ou les grains de sable qui jaillissent en ligne droite dés aussi-tôt qu'ils se peuvent détacher de la roue d'un coutelier, ou d'une pirouëtte où ils rouloient fort vîte.

xiv. *Les astres ne peuvent se mou-*

ON voit encore que ceux là se trompent, qui mettant la matiére céleste liquide & immobile, croient que le soleil & les autres astres peuvent avoir reçû

reçû une prémiére impétuoſité qui dure toûjours, & qui les faſſe mouvoir circulairement à l'entour du centre du Monde. Car il eſt manifeſte, que ſi un Ange, ou quelque autre cauſe que ce ſoit, avoit mû une étoile ainſi en cercle à l'entour du centre du Monde; auſſi-tôt que cét Ange ou cette autre cauſe viendroit à abandonner ſon étoile, celle-ci ceſſeroit en même temps de ſe mouvoir en cercle, & s'enfuiroit en ligne droite vers les extrémitez du Monde.

voir d'eux-mêmes.

MAIS ſi un corps eſt lié, comme ſeroit une boule ſuſpenduë par un filet où une rouë appuiée ſur ſon eſſieu, ou bien s'il eſt liquide & renfermé dans un vaiſſeau, comme ſeroit de l'eau dans un baſſin: alors cette boule ou cette rouë étant une fois agitée avec aſſez de violence, ou cette liqueur étant auſſi émuë; tous ces corps continuëront de ſe mouvoir en cercle, la boule à l'entour du clou où elle eſt ſuſpenduë, la rouë à l'entour de ſon eſſieu où elle eſt attachée, & la liqueur à l'entour du centre du vaiſſeau où elle eſt renfermée. De même, ſi deux corps étant attachez enſemble, ſont également agitez vers des endroits différens; il faut néceſſairement que ces corps oppoſez

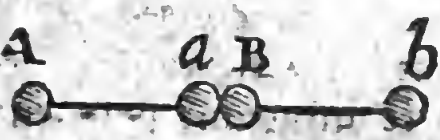
XV. *Comment quoy un corps peut être mû circulairement.*

posez se meuvent circulairement à l'entour du point qui est au milieu d'eux : & c'est ainsi qu'un fuseau & une pirouëtte continuent de se mouvoir circulairement, parce que les parties opposées étant attachées & unies entr'elles ; & de plus étant muës par les doigts, en deux sens différens, l'une d'un côté, l'autre de l'autre ; il faut que ce fuseau se meuve à l'entour de soi-même. Que si de plus ces parties opposées sont poussées inégalement, en sorte que l'une soit portée un peu plus vîte vers un côté ; alors ce corps, outre son mouvement circulaire à l'entour de soi même, aura un autre mouvement qui le portera tout entier sur quelques lignes différentes, suivant la diversité & la combinaison de ces déterminations. Et c'est ainsi qu'une pirouëtte décrit par son essieu sur la table diverses figures entrelacées, tandis qu'elle se meut avec une vîtesse incroiable à l'entour de son propre centre.

xvj. *Un corps se mouvant contre un autre corps, lui donne.*

PENSONS maintenant qu'un corps se mouvant sur une ligne droite, vient à en rencontrer un autre ; & voyons ce que doivent devenir ces deux corps. Prémiérement comme les corps sont impénétrables, il est impossible que le corps A se meuve, sans que le corps B qui

tout ſon mouvement.



qui ſe rencontre au devant, ſe meuve auſſi ; parce qu'autrement ces deux corps ſe pénétreroient. Et comme d'ailleurs je ſuppoſe que le corps B eſt là tout-à-fait indifférent ou à demeurer en repos ou à prendre le mouvement qu'on luy pourroit donner ; dés lors que le corps A viendra à ſe mouvoir contre luy, il le déterminera auſſi à un pareil mouvement : ainſi n'y ayant aucun empêchement, ce corps B prendra tout autant de mouvement qu'en avoit le corps A, & ira vers les mêmes endroits ſur la même ligne avec la même vîteſſe, & tout cela par la même raiſon : c'eſt à dire, parce que les corps étant impénétrables, & le corps *a* tendant à ſe mouvoir vers *b* ; & de plus le corps B ſe rencontrant là avec une indifférence totale & libre de tout empêchement ; il eſt clair que le corps B doit ſe mouvoir vers *b* avec la même vîteſſe que le corps *a* ſe mouvoit vers le même endroit. Ainſi il ſemble qu'il n'y a pas plus de peine à comprendre que naturellement un

corps peut mouvoir un autre corps; qu'il y en a de concevoir que deux corps sont impénétrables, & qu'un corps en se mouvant peut en rencontrer un autre.

xvij. *Dans la rencontre de deux corps il se fait une percussion, qui est mutuelle & également receuë dans l'un & dans l'autre corps.*

Ensuite il faut considérer que dans cette rencontre des deux corps, il se fait une certaine *percussion*, qui n'est autre chose que le choc de deux corps, qui s'approchant l'un de l'autre; s'empêchent par leur impénétrabilité. Or quoi-que bien souvent il n'y ait qu'un corps qui se meuve & qui frappe, tandis que l'autre demeure immobile, & reçoit le coup; neanmoins la percussion est toûjours mutuelle, & elle est également receuë dans l'un & dans l'autre corps: de sorte qu'autant

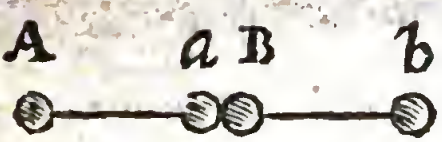
que le corps *a* frappe le corps B, autant est-il frappé luy-même. Ce que nous concevrons aisément, si nous supposons que ces deux corps sont tout-à-fait semblables en masse, en figure, en dureté; & si de plus nous imaginons qu'ils aient du sentiment, & qu'ils soient capables de ressen-

reſſentir de la douleur, quand ils ſont frappez : car pour lors il eſt manifeſte que le corps *a* venant à frapper contre B, ſentira luy-même autant de douleur que le corps B : comme nous voions qu'une main, qui frappe ſur une autre main, ſe fait à elle-même autant de mal qu'elle en fait à l'autre, ſi elle eſt auſſi délicate. La même choſe ſe conçoit encore en ſuppoſant qu'il y ait deux clous entiérement égaux à demi fichez, l'un au corps *a*, & l'autre au corps B, & que dans le mouvement du corps *a* contre B les deux têtes des clous ſe rencontrent : car pour lors nous concevons que dans cette percuſſion ces deux clous ſont fichez plus avant, & qu'il n'y a point de raiſon qui puiſſe nous faire croire que le clou de B ſoit plus enfoncé que celui d'*a*; au contraire, puiſque tous les deux clous ſont égaux & également pointus, & les corps également durs, ſans aucune autre différence ; il faut néceſſairement que ces deux clous ſoient également frappez, & fichez autant l'un que l'autre. Ainſi nous pouvons mettre pour une maxime générale, que *lorſque deux corps ſe frappent, la percuſſion eſt mutuelle & égale de part & d'autre.*

REPRENONS maintenant nôtre

xviij. *Un corps mobile rencontrant un autre corps en repos, lui donne tout son mouvement, & demeure lui-même immobile.*

exemple. Le corps A se meut avec un degré de vîtesse vers *a*, & là il rencontre tout droit le corps B, & par la percussion luy communique son mouvement, qui portera le corps B avec un degré de vîtesse vers *b*, suivant ce que j'ay montré au §. 16. Puis donc que la percussion que reçoit le corps B, est d'un degré, c'est à dire, qu'elle est capable de porter le corps B avec un degré de vîtesse vers *b*; il faut aussi que la percussion que reçoit en même temps le corps *a*, soit aussi d'un degré; c'est à dire, qu'elle puisse porter le



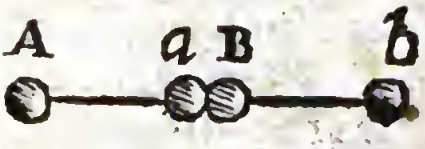
corps *a* avec un degré de vîtesse vers les parties opposées, c'est à sçavoir, vers A, (Car ces percussions frappent & poussent les deux corps vers les endroits opposez; l'un vers *b*, l'autre vers A.) Et comme d'ailleurs le corps *a* avoit déja un degré d'impétuosité ou de vîtesse pour aller vers *b*, & que maintenant il en reçoit un semblable pour rebrousser vers A: il faut nécessairement que ce corps demeure immobile au point *a*, sans

avan-

avancer ni reculer, puiſqu'il eſt pouſſé également vers les endroits oppoſez. Ainſi dans cette percuſſion le corps *a* donné ſon mouvement & ſa vîteſſe au corps B, & demeure cependant luy-même immobile.

xix. *Ce que c'eſt que vîteſſe abſoluë, & vîteſſe reſpective.*

SUPPOSONS maintenant que les deux corps ſe meuvent l'un vers l'autre ſur une même ligne: l'un de *b* avec un degré de vîteſſe vers B; l'autre d'A avec un pareil degré de vîteſſe vers *a*, où ſe fait la rencontre; & voyons ce qui arrivera. La percuſſion ne ſera pas icy ſeulement d'un degré, mais elle ſera de deux; & pour le comprendre il faut diſtinguer la vîteſſe abſoluë d'un corps, & ſa vîteſſe reſpective. J'appelle *vîteſſe abſoluë*, celle qui ſe conſidére dans un corps comparé avec l'eſpace dans lequel il ſe meut: & *vîteſſe reſpective*, celle qui ſe conſidére dans deux corps comparez enſemble, par laquelle vîteſſe ces deux corps s'approchent ou s'éloignent mutuellement l'un de l'autre. Comme dans nôtre exemple,



si nous considérons le corps *b*, en le comparant à l'espace, par exemple, d'un pied qu'il parcourt dans une minute ; nous appellerons cela un degré de vîtesse absoluë. Mais si nous le comparons avec le corps A qui se meut de sa part vers *a* avec un pareil degré de vîtesse absoluë, parcourant aussi un pied dans une minute ; alors la vîtesse respective de l'un & l'autre sera de deux degrez, parce qu'ils s'approchent mutuellement avec cette vîtesse, & qu'ils font dans une minute deux pieds, dont ils étoient auparavant éloignez l'un de l'autre.

XX. *Les percussions sont comme les vîtesses respectives.*

OR la force de la percussion se doit mesurer, non par la vîtesse absoluë, mais par la respective ; parce que la percussion ne vient, comme nous avons dit, que de l'impénétrabilité de deux corps, qui s'approchant mutuellement l'un de l'autre, empêchent leur prémier mouvement, & reçoivent ainsi de nouvelles impressions. D'où l'on voit encore que la percussion sera d'autant plus grande, que cette approche mutuelle se fera plus viste. De sorte que *les percussions sont toûjours comme les vîtesses respectives*, pourvû que tout le reste soit pareil. Ainsi les deux corps s'approchant chacun avec

un

un degré de vîteſſe abſoluë, & faiſant chacun un pied de ſa part dans une minute : il eſt manifeſte que la percuſſion que recevra chaque corps en (*a b*,) ſe-

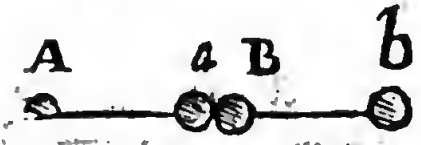
ſera la même qu'elle ſeroit, ſi l'un avoit demeuré immobile en A, tandis que l'autre ſeroit venu de B en A avec deux degrez de vîteſſe abſoluë, faiſant dans une minute tous les deux pieds qui ſont depuis B juſques en A : puiſque les vîteſſes reſpectives ſont toujours les mêmes, ſoit que nous ſuppoſions que tandis que l'un demeure immobile en A, l'autre ſe meut avec deux degrez de vîteſſe abſoluë, & fait tous les deux pieds dans une minute ; ſoit que nous ſuppoſions que l'un & l'autre corps ſe meuve en s'approchant, chacun avec un degré ſeulement de vîteſſe, en ſorte que dans une minute ils auront fait en s'approchant tous les deux pieds qui étoient entr'eux au commencement de la minute.

xxj. *Deux corps ſe mouvant.*

ETANT donc certain que la percuſſion qui ſe fait en cette rencontre, eſt de deux dégrez ; & que chacun de ces

l'un vers l'autre, rebrouſſent en faiſant un échange de leur vîteſſe.

ces corps reçoit dans ce choc une impreſſion qui les porteroit avec deux degrez de vîteſſe vers les endroits oppo-



ſez : je veux dire que le corps *a* reçoit un coup qui le porteroit vers A avec deux degrez de vîteſſe, & que le corps B en reçoit de même un, qui le porteroit avec deux pareils degrez de vîteſſe vers *b* ; il faut de néceſſité que le corps *a* rebrouſſe ſeulement avec un degré de vîteſſe vers A, parce qu'il eſt porté de deux impreſſions inégales & toutes contraires : d'une de deux degrez vers A, qu'il reçoit dans la percuſſion, & d'une autre d'un degré vers *b*, qu'il avoit auparavant : ainſi il luy reſte ſeulement un degré libre d'impreſſion & de vîteſſe qui le porte vers A. Et de même B ſera porté vers *b* avec un degré auſſi de vîteſſe ; de façon que tous deux rebrouſſent ſur la même ligne avec la même vîteſſe qu'ils ſont venus. Que ſi nous ſuppoſons que l'un s'avance plus vîte que l'autre ; par exemple qu'A ſe meut avec un degré & demi de vîteſſe, parcourant un pied & demi dans une mi-

minute; & que *b* ſe meut avec un demi degré de vîteſſe, parcourant un demi-pied ſeulement: alors la percuſſion étant de deux degrez auſſi bien que dans le cas précédent, puiſque la vîteſſe reſpective eſt la même, quoi-que les abſoluës ſoient différentes; il faut que chaque corps reçoive deux degrez d'impreſſion & de vîteſſe pour rebrouſſer; & par conſéquent le corps B qui avoit ſeulement un demi-degré de vîteſſe vers A, rebrouſſera avec un degré & demi, au lieu que *a* qui avoit auparavant un degré & demi vers *b*, rebrouſſera ſeulement avec un demi degré. Et de cette maniére on peut prouver généralement, *que deux corps ſe mouvant l'un vers l'autre ſur une ligne droite, rebrouſſent tous-deux aprés la rencontre, en faiſant un échange de leurs vîteſſes.*

xxij. *Deux corps ſe mouvant vers les mêmes endroits, continüent aprés leur rencontre.*

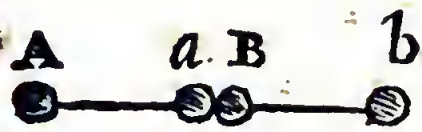
Que ſi les deux corps ſe meuvent vers les mêmes endroits ſur une ligne droite, en ſorte que le plus lent allant devant, ſoit enfin attrapé par le plus vîte qui le ſuit: alors tous les deux continuëront de ſe mouvoir ſur la même ligne vers les mêmes endroits; mais ils feront un échange de leurs vîteſſes. Soit le corps A mû avec deux degrez de vîteſſe, faiſant dans une minutte deux pieds juſques en (a.) En même

en faisant échange de vîtesses.

temps ſoit le corps B mû ſur la même ligne avec un degré de vîteſſe, faiſant ſeulement un pied juſques à (b,) & que là il ſoit attrapé par le corps (a:) la force de la percuſſion ſe meſurant, comme j'ay fait voir, par la vîteſſe reſpective; cette percuſſion ne doit être ici que d'un degré, parce que la vîteſſe reſpective n'eſt que d'un degré, puiſque ces deux corps ne s'approchent mutuellement qu'avec ce degré de vîteſſe, & que dans une minute ils ne font l'un à l'égard de l'autre qu'un pied d'eſpace qui étoit entre-deux au commencement. Or puiſque le corps (b) avoit auparavant un degré de vîteſſe qui le portoit vers *a*, & que maintenant dans la percuſſion il en reçoit un autre vers les mêmes endroits; il faut qu'il ſe meuve avec deux degrez, & qu'il faſſe deux pieds juſques à *b*: au lieu que le corps (a,) qui avoit auparavant deux degrez de vîteſſe vers (b.) & qui en reçoit maintenant un à rebrouſſer vers B, eſt contraint d'aller vers *a* avec un degré de vîteſſe.

Que

Qu'e si le corps qui eſt frappé, eſt tout-à-fait inébranlable; il faut voir quelle force aura la percuſſion, & ce que deviendra le corps qui frappe. xxiij. *Un corps dur venant á frapper ſur un autre corps inébranlable, ſe réfléchit avec tout ſon mouvement.*



Suppoſons que le corps A ſe meuve avec un degré de vîteſſe vers *a*, & que là il rencontre le corps B indifférent à ſe mouvoir, en telle ſorte neanmoins qu'il ſe trouve entre deux une lame ou une ſurface indifférente elle-même au repos ou au mouvement, mais qui neanmoins ſoit impénétrable: en ce cas le corps *a*, frappant cette lame, frappe auſſi par ce moien le corps B, qui ſe rencontre tout joignant derriére. Et comme d'ailleurs je ſuppoſe que cette lame ne fait aucune ſorte de réſiſtance, ſinon en ce qu'elle eſt impénétrable; il eſt manifeſte (par ce qui a été prouvé au §. 18.) que dans cette rencontre le corps *a* demeure immobile en *a*, & que tant la lame que le corps B ſe meuvent vers *b* avec un degré de vîteſſe. Mais ſi nous ſuppoſons qu'en même temps qu'A vient frapper la lame en *a*, en même temps auſſi B

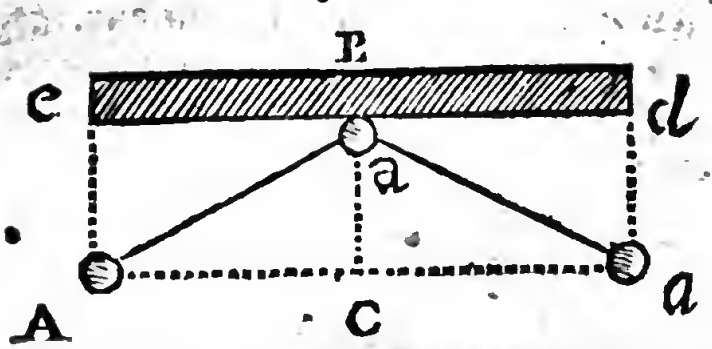
la vient frapper en B ; cette lame demeurera immobile, puiſqu'elle eſt frappée également des deux côtez oppoſez ; & chaque corps rebrouſſera avec ſon degré de viteſſe avec lequel il étoit venu. Car, comme j'ai dit, ces deux corps ſe frappent nonobſtant cette lame, comme s'il n'y avoit rien entre-deux. Or s'il n'y avoit rien entre-deux, ils rebrouſſeroient avec leur même degré de viteſſe, comme il a été prouvé au §. 21. ainſi quoi-que cette lame ſe trouve là, ils ne laiſſeront pas de rebrouſſer. Penſons maintenant que cette même lame étant impénétrable, ſoit de plus tout à-fait arrêtée, en ſorte qu'elle ſoit inébranlable & infléxible ; & faiſons venir ; comme devant, les deux corps A & *b*, qui la frappent en même temps en *a* & en B: je dis qu'après ce choc, chaque corps doit rebrouſſer avec le même degré de viteſſe ; parce que ſi la lame eût été indifférente & non attachée, ils euſſent rebrouſſé, & cette lame eût été renduë immobile. Or le même effet doit s'enſuivre, quoi que nous ſuppoſions que cette lame ſoit d'elle-même immobile, attachée, & inébranlable ; puiſque d'une façon ou d'autre elle demeure ſans aucune

ſorte d'action ou de mouvement. Que ſi enfin nous ſuppoſons que le ſeul corps A ſe meuve vers *a*, & frappe la lame attachée & inébranlable; il faudra dire auſſi que le corps *a* rebrouſſé vers A: parce qu'il rebrouſſeroit, ſi en même temps le corps *b* étoit venu frapper en B: donc il rebrouſſe auſſi, quand le corps *b* ne vient point, puiſque la lame étant inébranlable, fait toûjours le même effet à l'égard du corps *a*, ſoit que B la frappe ou non. Et voilà comment on démontre qu'un corps dur venant à frapper un autre corps dur infléxible & inébranlable, ſe réfléchit avec tout ſon mouvement: ce que je ne penſe pas que perſonne ait encore démontré.

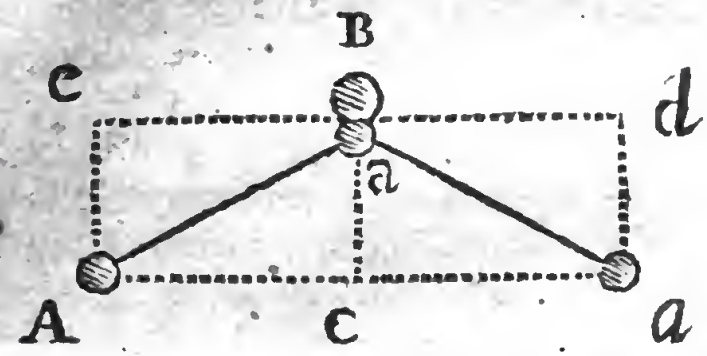
XXIV. *L'angle de réflexion eſt égal à l'angle d'incidence.*

Jusques ici nous avons toûjours ſuppoſé que les percuſſions ſe ſont faites tout-droit; voions maintenant ce qui arrive quand les corps ſe frappent obliquement ou de biais: & pour faire comprendre plus clairement tout ceci, j'emploierai toûjours des boules ou des corps plats; & il ſera fort aiſé enſuite d'entendre tout ce qui devra être des corps qui auroient des figures moins régulieres. Soit la boule A muë vers (a,) frappant obli-

que-



quement le corps inébranlable B. Par le point d'attouchement soit tirée une ligne droite *e d*, puis une parallelle A *c a*; les perpendiculaires A *e*, a *c*, ensuite *c a* ou B *d* égale à *c* A, où à B *e*: je dis que la boule rebroussera par la ligne (a *a*,) en sorte que cét angle de réflexion *a a d* est toûjours égal à l'an-



gle d'incidence A a *e*. Pour le prouver pensons que la boule A reçoive tout à la fois deux coups ou deux impressions; une qui la pousse vers *e* avec un degré de vîtesse, & l'autre qui la pousse vers *c* avec deux degrez: il faudra pour lors qu'elle se meuve sur la dia-

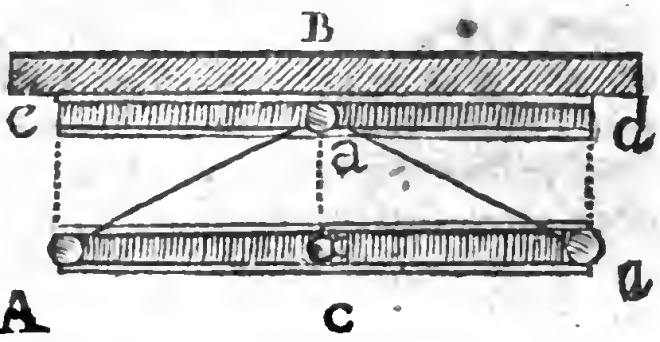
diagonale A a, & que là elle frappe le corps B. Mais la force de la percuſſion ne ſera que d'un degré : parce que la percuſſion ne ſe fait, comme j'ai dit pluſieurs fois, que par l'impénétrabilité de deux corps qui empêchent leur mouvement. Or le mouvement qui porte la boule vers (*c* a,) n'eſt nullement empêché par le corps B. Il n'y a que le mouvement qui portoit le corps A vers *e* B, qui ſoit empêché par le corps B, & par conſéquent toute la force de cette percuſſion ſe meſure par cette vîteſſe reſpective qui fait approcher ce corps A vers la ligne *e* B : auſſi dans ce cas la percuſſion eſt la même que ſi le corps A ſe fût mû ſeulement de *c* en (a) avec ce ſeul degré de vîteſſe : ainſi dans la percuſſion il doit rebrouſſer avec le même degré de vîteſſe, & ſe porter vers *c a*, comme il ſe portoit auparavant vers *e* B, tandis que l'autre mouvement demeure tout entier vers *a d*. D'où il ſuit que la boule rebrouſſe par la ligne (a *a*.)

XXV. *On peut imaginer que le mouvement oblique*

PARCE que ceci eſt important, il eſt bon de l'expliquer encore d'une autre maniére. Imaginons le corps B immobile, & un autre corps A *u* qui ſe meuve parallélement entre les lignes A *e*, *a d*, & aille frapper le corps im-

est composé de deux mouvemens.

immobile : alors suivant ce que j'ay déja prouvé au §. 23. ce corps se réfléchira tout entier vers A *a* avec sa même vîtesse. Imaginons de plus que ce



corps est percé en canal ; & que dans ce canal est une boule qui roule d'A vers *a*, en sorte qu'en même temps que tout le corps se meut d'A *a* jusques au corps immobile B, la boule fait dans son canal le chemin A *c*. Ainsi tandis que tout le corps rebroussera aprés la percussion, la boule continuëra de se mouvoir dans son canal de *c* vers *a* avec sa même vîtesse. Or le véritable chemin qu'aura fait cette boule, sera A a *a*, en sorte que l'angle de réfléxion sera égal à celui d'incidence, puisque tant les lignes A *c*, *c a*, que A *e*, *d a* sont égales. Or il est manifeste que la même percussion, & par conséquent la même réfléxion, se feroit, si la boule avoit frappé immédiatement venant d'A en (a,) que si

c'é-

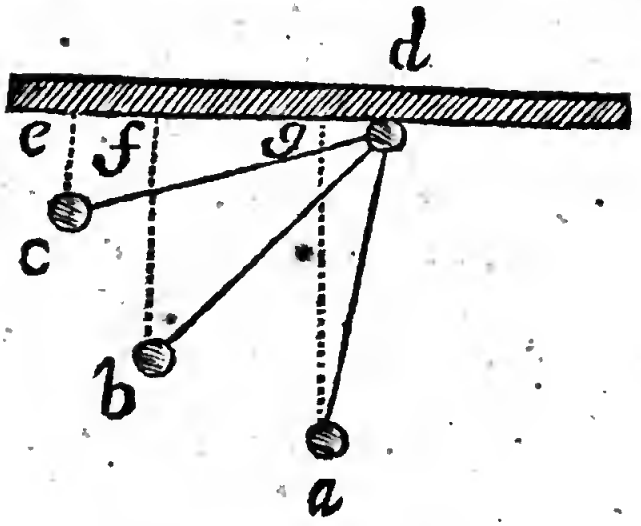
c'étoit le canal A *a* qui eût frappé, tandis que la boule auroit coulé dans le canal sans aucune interruption D'où nous pouvons conclure qu'en tout mouvement oblique, lorsqu'un corps en frappe un autre de biais, nous pouvons distinguer comme deux mouvemens; l'un que nous appellerons *Perpendiculaire*, qui le porte à frapper le corps, & qui reçoit du changement dans la percussion; l'autre *Latéral*, par lequel le corps ne fait que glisser contre l'autre sans le frapper, & qui par conséquent demeure tout entier après la percussion. Ici le mouvement perpendiculaire est celui qui porte la boule vers *e d*, dont la vîtesse se mesure par la perpendiculaire A *e*: & le mouvement latéral est mesuré par la parallèle A *c*, qui continuë après la percussion vers *c a*.

XXVj. *Remarque sur l'argument du P. Riccioli.*

Je ne puis m'empêcher de faire ici deux remarques à l'occasion de la percussion oblique. L'une est touchant l'argument que fait un des grands hommes de nôtre siécle, pour décider la question du mouvement de la Terre. Il prétend que si les corps pesans descendoient par une ligne courbe telle que la décrit Galilée, les percussions des corps pesans ne se feroient pas com-

comme nous voions qu'elles se font. Car à mesure qu'un corps tombe de plus haut, il frappe aussi plus fortement: en sorte que la percussion sera dix fois & vingt fois plus grande d'une chûte de 100. ou 400. fois plus haute: cependant dans l'hypothese que cét Auteur, dont je parle, combat, la force de la percussion devroit, ce lui semble, être toûjours la même; au moins n'y auroit il aucune différence sensible, quelque différence qu'il se trouvât dans les hauteurs des chûtes: parce que le corps pesant iroit sur cette ligne courbe d'une vîtesse partout presque uniforme: & comme la force des percussions est toûjours proportionnée à la vîtesse; il conclud que les vîtesses étant toûjours égales en quelque hauteur que ce soit, les percussions le seront aussi. Mais cét argument n'est pas concluant; parce que la vîtesse demeurant toûjours la même, les percussions peuvent diminuer, si elles se font obliquement: & si nous pensons que les boulets *a*, *b*, *c*, frappent la muraille en *d*, tous avec la même vîtesse, mais plus obliquement les uns que les autres, certes la percussion de celui qui frappe plus droit, sera bien plus grande: & la force de

ces



ces percuſſions obliques ſe meſure, comme j'ai fait voir, par les perpendiculaires *ce*, *bf*, *ag*. De ſorte que le boulet *c* peut frapper ſi obliquement, qu'il ne fera qu'effleurer la muraille ſans faire quaſi aucun effet. Ainſi quoique les poids qu'on ſuppoſe tomber par une ligne courbe, ſe meuſſent d'une vîteſſe quaſi uniforme, ils ne laiſſeroient pas de frapper plus fortement, lorſqu'ils tomberoient de plus haut, parce qu'alors la percuſſion ſeroit plus droite: & en effet ſi l'on veut en faire le calcul, (ce qui eſt fort aiſé à faire ſur celui même qu'à fait cét Auteur,) on trouvera que l'obliquité de ces mouvemens eſt toûjours toute telle qu'il faut pour faire la diver-

In Aſtronomia reformata, lib. pag. . .

verſité que nous voions dans les percuſſions d'un corps qui tombe.

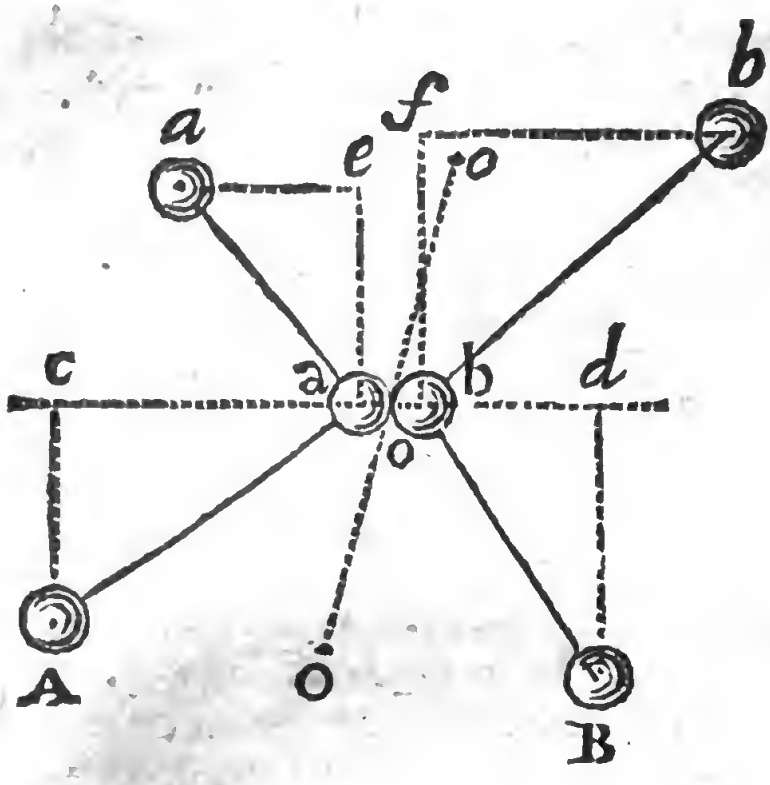
xxvij. *Remarque ſur quelques citadelles*

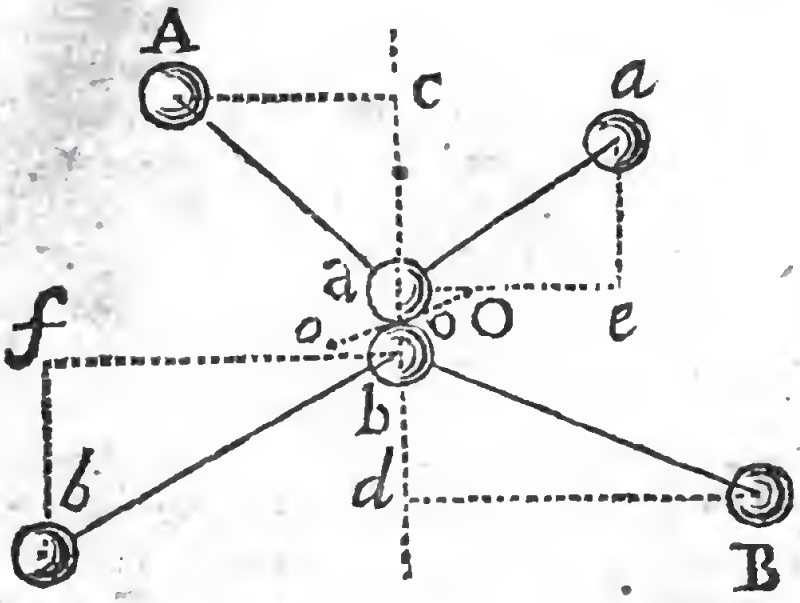
L'AUTRE remarque eſt ſur ce que j'ai vû dans quelques unes de nos citadelles, où ceux qui les ont bâties, ont préféré l'agrément des yeux à la force des murailles, lorſqu'au lieu de les faire tout unies, ils les ont diverſifiées de beaucoup d'ornemens de pierres qui avancent au deſſus des autres: & même ils ont entaillé chaque pierre en forme de diamant, ou du moins ils y ont fait un rebord en les échancrant tout à-l'entour, en ſorte que les pierres ſe joignant laiſſent entre-deux une enfonçûre à la façon de l'architecture ruſtique. Je dis que ſi toute cette varieté eſt agréable à la vûë, elle eſt auſſi très-deſavantageuſe pour la défenſe. Car ces enfonçûres & ces ſaillies de pierres donnent aux batteries obliques du canon le même avantage & la même force qu'ont les batteries droites. De ſorte que le boulet, qui venant de biais ne feroit qu'effleurer le mur, s'il l'avoit trouvé tout plat; venant y rencontrer les ſaillies de ces pierres qui avancent, ils auront le même effet, & feront une auſſi grande eſquarre, que s'ils avoient battu tout droit perpendiculairement. Et en-

encore en feront-ils davantage : parce qu'il ſera bien plus aiſé d'enlever ainſi de biais une pierre, qui donnant priſe au boulet, n'eſt pas ſoutenuë par les autres, comme elle ſeroit, ſi on l'avoit frappée tout droit vers l'épaiſſeur de ſa muraille. Mais reprenons nôtre ſujet.

xxviij. *Régle générale de toutes les percuſſions.*

APRE'S avoir fait cette diſtinction des deux mouvemens dans le mouvement oblique, il eſt aiſé de faire une régle générale qui explique tous les effets des percuſſions. En voici la propoſition avec les figures qui expriment tous les cas poſſibles des percuſſions obliques, & même des droites, lorſque les corps ne ſont point inébranlables. Soit le corps A mû vers (a) avec la vîteſſe (A a,) & le corps B avec la viteſſe (B b) ſur la ligne (B b ;) ou bien que l'un d'eux ſoit immobile, en ſorte que (B b) ne ſoit qu'un point. La rencontre ſe faſſe en (a b.) Joignons les centres par la ligne (a b) continuée de part & d'autre, s'il en eſt beſoin. Tirons les perpendiculaires A *c*, B *d*. Nous pouvons ici diſtinguer deux mouvemens en chaque boule : l'un perpendiculaire, comme ſi le corps A s'étoit mû de *c* juſques en (a :) & le corps B de *d* juſques en (b.) L'autre mou-


b
a
e
f
o
c
a
b
d
o
A
O
B


A
c
a
a
f
o
o
O
e
b
b
d
B

mouvement eſt le latéral, qui porte le corps A vers *c*, & le corps B vers *d*, & ce latéral demeure en ſon entier aprés la percuſſion dans l'un & dans l'autre corps: au lieu que toute la percuſſion ſe faiſant par les mouvemens perpendiculaires, ces mouvemens perpendiculaires doivent être échangez ſuivant ce qui a été démontré: c'eſt-à-dire que le corps (b) prendra le mouvement & la vîteſſe perpendiculaire (*c* a;) & le corps (a) prendra la vîteſſe & le mouvement (*d* b.) Soit donc tirée la ligne (a *e*) égale & paralléle à A *c*, & la ligne *e a* égale & paralléle à (*d* b:) je dis que le corps (a) ſe mouvra aprés la percuſſion ſur la ligne (a *a*) avec la vîteſſe (a *a*.) Et de même, ſoit tirée (b *f*) egale & paralléle à B *d*; & la ligne *f b* égale & paralléle à (*c* a:) je dis que le corps (b) ſe mouvra ſur la ligne (b *b*) avec la vîteſſe (b *b*;) & ceci n'a pas beſoin de nouvelle preuve.

xxix. *Il y a toûjours égale quantité de mouvement reſpectif.*

Il faut remarquer qu'il n'eſt pas vrai qu'il y ait toûjours autant de mouvement abſolu aprés la percuſſion, qu'il y en avoit devant. Mais il eſt fort aiſé à démontrer que le mouvement reſpectif eſt toûjours le même; enſorte que les corps s'éloignent mutuellement l'un de l'autre aprés la percuſ-

sion, aussi vîte qu'ils s'en approchoient devant. Ainsi en prenant deux temps égaux devant & aprés la percussion, la distance A B est toûjours égale à la distance *a b*. Et même aprés que j'aurai expliqué les mouvemens qui se font dans le plein, je croy qu'il me seroit facile de prouver qu'ayant égard généralement à tous les corps qui sont dans tout l'Univers, il y a présentement autant de mouvement respectif, ni plus ni moins, qu'il y en avoit au commencement de la création du Monde.

xxx. *Le milieu des deux corps se meut toûjours uniformement en ligne droite.*

Il est encore à remarquer que le point du milieu d'entre les deux corps se meut toûjours uniformément sur une ligne droite, tirant sans aucune interruption vers les mêmes endroits. Ainsi prenant deux temps égaux devant & aprés la percussion, & supposant qu'(o) est le point du milieu d'entre les deux corps au temps de la percussion; & O étant aussi le milieu des deux corps avant la percussion, comme *o* aprés; O *o o* sera en ligne droitte, & (O o) sera égale à (*o o*: ce que je ne m'arrête pas à démontrer, quoique cela se puisse faire géométriquement.

On s'étonnera sans doute que dans tou-

toutes les régles précédentes je n'aie point fait mention de l'égalité ou de l'inégalité des corps qui ſe frappent. Et il ſemble d'abord qu'afin que ce que je viens de dire ſoit véritable, il faut que je ſuppoſe que les corps ſont parfaitement égaux : car ſi l'un eſt plus grand que l'autre, toutes ces régles doivent varier ; & l'expérience montre qu'un grand corps venant à frapper ſur un petit qui fût auparavant immobile, le grand corps ne laiſſe pas de continuer aprés le choc, quoi-que plus lentement : & tout au contraire ſi c'eſt le petit qui frappe, il ſe réfléchit avec une partie de ſa vîteſſe. Mais ſi j'ai omis ici de diſtinguer ces cas d'égalité ou d'inégalité des corps, je l'ai fait avec réfléxion : j'ai toûjours confondu la vîteſſe & le mouvement, & j'ai voulu faire entendre que toutes ces régles ſeront véritables, ſoit que les corps ſoient égaux, ſoit qu'ils ne le ſoient pas. Et ſi l'on y prend garde, la force de la raiſon que j'ai apportée au §. 16. eſt toûjours la même, quoique les corps ſoient de différentes grandeurs. Car le corps frappé étant tout-à-fait indifférent à demeurer en repos ou à prendre le mouvement, & tout l'effet de la percuſſion venant de

xxxj. *Toutes ces régles ſont véritables, ſoit que les corps ſoient égaux, ſoit qu'ils ne le ſoient pas.*

l'impénétrabilité des corps : ſi nous ſuppoſons que le corps frappé ſoit plus grand ; pourvû que toutes ſes parties ſoient bien unies enſemble, il faudra qu'il ſe meuve de la même vîteſſe que ſe meut le corps qui frappe, par la même raiſon que lorſqu'ils ſont égaux ; c'eſt à ſçavoir parce qu'ils ſont impénétrables, & que le corps frappant ne peut ſe mouvoir plus avant, ſans que le corps frappé qui eſt au devant, ne prenne toute ſa vîteſſe. Et comme d'ailleurs le plus grand eſt auſſi indifférent que le corps égal pour le repos & pour le mouvement ; certes le plus grand ne fera pas plus de réſiſtance que l'égal, puiſque ni l'un ni l'autre n'en feront pas la moindre du monde. Que ſi l'expérience nous fait voir le contraire ; c'eſt que les mouvemens des corps que nous voions, ne ſe font pas dans le vuide, comme nous avons ſuppoſé juſqu'à cette heure, mais qu'ils ſe meuvent dans un eſpace plein de quelque corps fluide, comme eſt l'air & quelque autre ſubſtance encore plus ſubtile. Il faut donc maintenant conſidérer le mouvement qui ſe fait des corps ſolides dans une ſubſtance fluide.

SI cette ſubſtance eſt parfaitement fui-

fluide, c'eſt à dire, ſi toutes ſes parties, auſſi-bien les petites que les grandes, ſont fléxibles & liquides : ſi d'ailleurs cette même ſubſtance eſt parfaitement pleine, ſans qu'elle puiſſe ni ſe condenſer ni ſe raréfier, comme fait une éponge qui ſe comprime ou dilate à cauſe de ſes pores : ſi enfin elle eſt renfermée en quelque lieu d'où elle ne puiſſe ſortir en aucune façon ; alors un corps dur, qui aura commencé de ſe mouvoir au milieu de cette liqueur, continuëra de le faire auſſi librement que dans le vuide, & ira juſqu'aux extrémitez de la liqueur, où rencontrant un obſtacle inébranlable, il ſe réfléchira avec la même vîteſſe, & ainſi ſe mouvra éternellement. La raiſon en eſt, que lorſqu'un corps dur ſe meut dans une ſubſtance liquide, il ſe fait une réfléxion d'impétuoſité qui ſe communique dans un moment à toutes les parties de la liqueur, en ſorte que le corps ſe mouvant pouſſe les parties de la liqueur qui ſe trouvent au devant ; & ainſi il devroit s'arrêter, s'il n'y ſurvenoit autre choſe, (par le §. 18.) mais ces parties de la liqueur étant pouſſées, en pouſſent d'autres, & ainſi juſqu'à l'extrémité ; d'où il ſe fait une réfléxion par laquelle les parties qui ſe trou-

xxxij *Un corps ſe meut dans le plein, auſſi librement que dans le vuide.*

vent aprés le corps dur, ſont pouſſées avec la même force pour ſuivre ce même corps. Parce que toute la liqueur étant renfermée & ne pouvant ſe condenſer, & n'y aiant point de vuide, il n'eſt pas poſſible que les parties qui devancent le corps, ſe meuvent, ſans que les parties qui ſuivent le même corps, ne ſe meuvent auſſi avec la même force. Ainſi autant que le corps dur eſt retardé par les parties qui le précédent, autant eſt-il repouſſé par celles qui le ſuivent: & par conſéquent ſi le mouvement a une fois commencé, il doit continuer comme ſi c'étoit dans le vuide. D'où l'on voit que ceux-là qui veulent prouver la néceſſité du vuide par le mouvement, ne raiſonnent pas bien.

xxxiij. *Les mouvemens diminüent peu à peu dans l'air.*

MAIS ſi les corps durs ſont dans une liqueur ſpongieuſe & capable de compreſſion, ou bien que cette liqueur ne ſoit pas ſi bien bornée que ſes extrémitez ne cédent un peu; alors le mouvement ne ſera pas perpétuel; mais il diminüera peu à peu, & enfin il s'éteindra entiérement. Car le corps dur ſentira plus de réſiſtance par les parties antérieures de la liqueur, qu'il ne recevra d'impulſion par les poſtérieures: parce que comme la liqueur de devant

ſe

ſe compreſſe, ou bien que les extrémitez cédent ; la communication de l'impreſſion ne ſe peut faire parfaitement : & ainſi les parties poſtérieures de la liqueur ne ſeront pas tant pouſſées que les antérieures, & par conſéquent ne pouſſeront pas tant le corps dur, que celles de devant le retardent. Et c'eſt pour cette raiſon que tous nos mouvemens ceſſent dans l'air & dans l'eau, ou dans les autres liqueurs : parce qu'il eſt certain que l'air eſt ſpongieux, & qu'il ſe comprime aiſément ; & que les liqueurs ne ſont terminées que par l'air, quand elles ſont à découvert, ou du moins par les bords de quelque vaiſſeau qui peut céder & ſe fléchir tant ſoit peu. Car nous ſçavons par des expériences certaines, que les vaiſſeaux de verre, & même ceux de fer ou de bronze, ne laiſſent pas de ſe fléchir aux coups qu'on leur donne.

XXXIV. *Les percuſſions des corps égaux ſe font dans le plein comme dans le vuide.*

Les percuſſions qui ſe font par des corps qui ſe meuvent ainſi dans les liqueurs, ſont différentes en quelque choſe de celles qui ſe font dans le vuide. Pour en comprendre la cauſe, il faut remarquer, que lorſqu'un corps dur ſe meut dans la liqueur, il communique auſſi ſon mouvement à la même li-

queur, en-sorte qu'elle se meut aussi en suivant le corps dur, de telle maniére qu'elle se divise & s'ouvre au devant, & suit & se renferme aprés le corps. Et si le corps par quelque sorte d'accident venoit à perdre son mouvement; la liqueur néanmoins étant ainsi déterminée à se mouvoir, redonneroit au corps son mouvement, & l'entraîneroit avec elle, à peu prés comme les riviéres emportent le bois qui flotte sur leurs eaux. Si donc un corps vient en frapper un autre qui luy soit égal, il en aviendra comme dans le vuide: parce que ces deux corps égaux étant envelopez d'une égale quantité de liqueur; autant que la liqueur du corps frappé empêche ce même corps frappé de se mouvoir librement, autant une égale quantité de liqueur, qui est autour du corps frappant, pousse aussi de nouveau tant le frappant que le frappé: ainsi leur mouvement aprés la percussion, se fera comme dans le vuide; puisque la résistance de la liqueur du corps frappé est précisément récompensée par l'impulsion de la liqueur du corps frappant.

xxxv. *Lors que les corps sont iné-*

MAIS si le corps frappant est plus grand, il faut nécessairement qu'il ne reçoive pas tant d'effet de la percussion que

que l'autre, parce qu'il eſt emporté avec plus de violence par la liqueur qui l'environne: car nous voions qu'une poutre emportée par le courant d'une riviére a bien plus d'effet, quand elle vient à heurter contre un pont ou contre un moulin, que n'auroit pas un bâton emporté auſſi par la même riviére, quoique d'ailleurs la poutre n'allât pas plus vîte que le bâton: & cela parce que la poutre venant à heurter, eſt encore pouſſée par la grande quantité d'eau qui l'environne, au lieu que le bâton l'eſt fort peu, à cauſe du peu de place qu'il occupe, & du peu d'eau dont il eſt emporté. Ainſi donc ſi le petit corps eſt en repos, & que le grand vienne à le frapper; ce grand en communiquant ſon mouvement au petit, ne s'arrêtera pas immobile, comme il feroit dans le vuide: mais il continuëra de ſe mouvoir, & ſuivra l'autre, quoique plus lentement. Au contraire, ſi le grand eſt en repos, le plus petit, aprés avoir frappé l'autre, & luy avoir communiqué une partie de ſon mouvement, ſe réfléchira en perdant une partie de ſa vîteſſe. Et de tout ceci il paroît qu'Ariſtote n'eſt pas ſi blâmable que quelques-uns prétendent, lorſque pour expliquer les cauſes de la continua-

gaux, les percuſſions ſe font dans le plein autrement que dans le vuide.

tinuation des mouvemens que nous voions, il a emploié le *medium*, c'eſt à dire, la ſubſtance liquide dans laquelle nos corps ſe meuvent.

a

XXXVI. *Les percuſſions des corps inégaux ne peuvent être réduites à une régle générale.*

De déterminer l'excés qui peut être dans les réſiſtances ou dans les plus grandes impreſſions de ces corps inégaux, je ne croi pas qu'on le doive entreprendre, au moins ſi l'on conſidere les corps tels que nous les avons parmi nous, parce que cela dépend de la reſiſtance que font les corps liquides, dans leſquels les corps durs que nous voions, ſe meuvent; de la facilité qu'ils ont de ſe condenſer ou de ſe raréfier, & de beaucoup d'autres choſes qui ne peuvent nous être connuës, non plus qu'une infinité d'autres empêchemens, dont les combinaiſons peuvent diverſifier infiniment tous les effets des percuſſions. Seulement je puis dire qu'en faiſant une certaine hypothéſe, qui paroît aſſez naturelle, on peut faire voir par les régles précédentes, que les percuſſions des corps inégaux ſe feront de la maniére que veut Monſieur Huygens dans le dernier Journal des Sçavans. Mais je ne veux pas m'arrêter là davantage; peut-être trouverai-je en quelque autre rencontre occaſion d'en parler plus amplement.

On

On peut voir encore de ce que je viens d'expliquer, la raiſon des réfractions, qui ſe font quand un corps dur paſſe d'une liqueur à une autre de différente conſiſtance: car ſi le corps dur paſſe d'une liqueur plus libre à une qui l'eſt moins, il perdra quelque choſe de ſa vîteſſe dans le paſſage, trouvant plus de réſiſtance dans la liqueur qui eſt devant, qu'il ne ſe ſent pouſſé par celle qui le ſuit; ainſi la réfraction ſe fera en s'éloignant de la perpendiculaire. Au contraire, ſi le corps paſſe d'une liqueur plus empêchante à une autre plus libre, la réfraction ſe fera en s'approchant de la perpendiculaire, & le corps augmentera ſa vîteſſe dans le paſſage, parce qu'il eſt plus pouſſé par la liqueur qui le ſuit, qu'il n'eſt retenu par celle qui ſe trouve au devant. Et c'eſt de cette augmentation de vîteſſe que je ne penſe pas que perſonne eût encore donné raiſon. Je ne veux pas marquer les meſures de ces réfractions, parce que cela a été fait par d'autres, & que leurs démonſtrations ſe peuvent fort bien accommoder avec les choſes que j'ai ici avancées. Je ne parle pas non plus ici de la réfraction de la lumiére, parce que je croi qu'elle ſe fait tout autrement, c'eſt-à-dire, par

xxxvij. *De la réfraction.*

des causes & des moiens tout différens, comme je pourrois faire voir, si je faisois quelques autres discours du mouvement.

xxxviij *Conclusion.*

Il me resteroit à parler du mouvement des corps pesans, tant de ceux qui tombent ou qui sont poussez en l'air, que de ceux qui roulent sur des plans inclinez, ou qui étant suspendus par un filet, se balancent de part & d'autre. Il faudroit encore parler du mouvement des liqueurs, tant de leur chute que de leur saillie, comme aussi de leurs ondulations & de choses semblables; mais tout cela mérite autant de discours particuliers. Et comme je croi avoir trouvé quelque chose de nouveau sur ces matiéres, je ne feray point difficulté de donner au public mes pensées à examiner, si je voi que ce prémier discours n'ait pas été jugé tout-à-fait indigne d'être lû par les personnes qui se plaisent à de semblables matiéres.

TA-

TABLE
DES
PARAGRAPHES.

I. LE *corps eſt de ſoy indifférent pour le repos ou pour le mouvement.* page 9
II. *Si le corps eſt une fois en repos, il y demeure toûjours.* 10
III. *Et s'il eſt une fois dans le mouvement, il continue auſſi de ſe mouvoir toûjours.* 11
IV. *Que le repos n'eſt pas une pure négation.* ibid.
V. *Qu'il y a autant d'action poſitive dans le repos, que dans le mouvement.* 12
VI. *Objections.* 15
VII. *Une cauſe finie peut avoir un effet qui dure toûjours.* 16

 VIII. *Cet-*

VIII. *Cette qualité qu'on appelle Impétuosité, dure toûjours.* 17

IX. *Les corps que nous mouvons, cessent de se mouvoir, parce qu'ils sont empêchez.* 19

X. *Demande pour la seureté des démonstrations suivantes.* ibid.

XI. *Un corps recevant successivement plusieurs déterminations, demeure affecté seulement de la derniere.* 21

XII. *Un corps libre ne peut être déterminé à se mouvoir sur une ligne courbe, ni d'une vitesse inégale.* 22

XIII. *Tout corps qui se meut autour d'un centre, fait effort pour s'en éloigner.* 24

XIV. *Les astres ne peuvent se mouvoir d'eux mêmes.* ibid.

XV. *Comme quoi un corps peut être mû circulairement.* 25

XVI. *Un*

XVI. *Un corps se mouvant contre un autre corps, lui donne tout son mouvement.* 28

XVII. *Dans la rencontre de deux corps il se fait une persuſsion, qui eſt mutuelle & également reçûë dans l'un & dans l'autre corps.* 28

XVIII. *Un corps mobile rencontrant un autre corps en repos, lui donne tout son mouvement, & demeure lui-même immobile.* 30

XIX. *Ce que c'eſt que vîteſſe abſoluë & vîteſſe reſpective.* 31

XX. *Les percuſſions ſont comme les vîteſſes reſpectives.* 32

XXI. *Deux corps ſe mouvant l'un vers l'autre, rebrouſſent en fuiſant un échange de leur vîteſſe.* 33

XXII. *Deux corps ſe mouvant vers les mêmes endroits, continuënt*

tinuënt après leur rencontre, en faiſant échange de viteſſes. 35

XXIII. *Un corps dur venant à frapper ſur un autre corps inébranlable, ſe réfléchit avec tout ſon mouvement.* 37

XXIV. *L'angle de réfléxion eſt égal à l'angle d'incidence.* 39

XXV. *On peut imaginer que le mouvement oblique eſt compoſé de deux mouvemens.* 41

XXVI. *Remarque ſur l'argument du P. Riccioli.* 43

XXVII. *Remarque ſur quelques citadelles.* 46

XXVIII. *Régle générale de toutes les percuſſions.* 47

XXIX. *Il y a toûjours égale quantité de mouvement reſpectif.* 49

XXX. *Le milieu des deux corps ſe meut toûjours uniformé-*

mément en ligne droite. 50
XXXI. *Toutes ces régles ſont véritables, ſoit que les corps ſoient égaux, ſoit qu'ils ne le ſoient pas.* 51
XXXII. *Un corps ſe meut dans le plein auſſi librement que dans le vuide.* 53
XXXIII. *Les mouvemens diminuent peu-à-peu dans l'air.* 54
XXXIV. *Les percuſſions des corps égaux ſe font dans le plein comme dans le vuide.* 55
XXXV. *Lorſque les corps ſont inégaux, les percuſſions ſe font dans le plein autrement que dans le vuide.* 56
XXXVI. *Les percuſſions des corps inégaux ne peuvent être reduites à une régle générale.* 58
XXXVII. *De la refraction.* 59
XXXVIII. *Concluſion.* 60

AVIS

AVIS AU LECTEUR.

L'AUTEUR *du Traité du Mouvement Local ayant appris par un de ſes amis, que quelques perſonnes qui avoient lû les feuïlles, comme on les tiroit de la preſſe, publioient qu'il ſuivoit entiérement la doctrine de M. Deſcartes; & que quoi qu'en quelques endroits il ſemblât le combattre ſans le nommer, il établiſſoit tous ſes ſentimens ſur cette matiére: il a crû être obligé de détromper ceux qui les croiroient ſur leur parole, par les remarques ſuivantes qu'il a voulu être ajoûtées à la fin dudit Traité, avant qu'il parût en public.*

RE-

REMARQUES

Sur le Diſcours

DU MOUVEMENT.

QUAND l'Auteur de ce diſcours s'eſt arrêté à prouver que le mouvement n'eſt jamais détruit que par une détermination contraire, qui ſurvienne de nouveau ; il s'eſt ſuffiſamment déclaré ſur le peu d'attache qu'il a à ce ſentiment. Mais comme ceux qui ont traité de cette matiére en Italie, en Angleterre, en Hollande & en France, s'accordent preſque tous en cela : on n'a pas crû ſe devoir éloigner d'un ſentiment ſi commun. Galilée, Gaſſendi, Hobbes, Regius, Maignan, Digby, Kirker, Fabri, & pluſieurs autres, ſoûtiennent tous en quelque maniére cette perpétuité du mouvement ; & ils ne différent que ſur la façon de la prouver. De toutes les preuves qu'on a apportées, la plus foible eſt ſans doute celle de M. Deſcartes. Cét Auteur prétend que ſi le mou-

mouvement ou le repos, qui ont une fois commencé, ceſſoient, Dieu ſeroit ſujet au changement: qui eſt un raiſonnement qui fait rire ceux qui ont quelque teinture de la Théologie, n'y aiant perſonne qui ne ſçache que tous ces changemens des créatures ſe font ſans aucun changement de la part de Dieu. *Apud Deum non eſt tranſmutatio*, dit Saint Auguſtin; & *ideò apud eum curſus temporis, diei noctiſque alternatione nequaquam variatur.* Et il eſt bien viſible que la ceſſation du mouvement n'eſt non plus contraire à l'immutabilité de Dieu, que l'eſt la création du Monde, ou les actions de nos volontez, ou la viciſſitude des jours & des nuits. Si ce raiſonnement de M. Deſcartes n'étoit pas ſi aiſé à réſoudre, il ſeroit très-dangereux; puiſqu'il prouveroit auſſi que Dieu devroit avoir fait de toute éternité tout le mouvement qui ſe trouve maintenant dans le Monde.

Comme pluſieurs dans le choix des opinions ont égard au ſentiment des anciens & des Docteurs Scholaſtiques, on peut ajoûter ici qu'outre ce qui a été dit de Vaſquez, qui s'arrête à prouver au long cette perpétuité de mouvement, diſant qu'aiant une fois commen-

mencé, il ne ceſſe jamais, à moins qu'il ne ſurvienne quelque nouvelle cauſe qui produiſe quelque forme poſitive & contraire à ce mouvement: outre cela, dis-je, trois de ces grandes théſes de Lyon, faites en divers temps, diſent la même choſe. Mais de plus on peut y ajoſiter Ariſtote. Voici comme il parle au livre 3. des Météores, chapitre 2. *Si quelque corps qui ſeroit ſans peſanteur & ſans légéreté, eſt mû; il faut qu'il ait été mû par quelque force* étrangere: *& étant une fois mû de la ſorte, il fera un mouvement infini.* βίᾳ δὲ κινούμενον, ἄπειρον ποιεῖν τὴν κίνησιν. Et dans le livre 4. de la Phyſique, texte 69. en parlant d'un corps qui auroit été mû dans le vuide, où l'on ſuppoſe qu'il n'y a nulle ſorte d'empêchements, il dit ces paroles: *Perſonne ne peut dire pourquoi un corps qui ſeroit mû* de la ſorte dans le vuide, *s'arrêteroit en quelque part. Car pourquoi* s'arrêteroit-il *plûtôt ici que là? ainſi ou il ne bougera point du tout; ou* s'il commence à ſe remuer, *il faut qu'il aille à l'infini, ſi quelque choſe de plus fort ne vient l'arrêter.* οὐδεὶς ἂν ἔχοι εἰπεῖν διὰ τί κινηθὲν στήσεταί που; τί γὰρ μᾶλλον ἐνταῦθα ἢ ἐνταῦθα; ὡς ἢ ἠρεμήσει, ἢ

εἰς

ἐις ἄπειρον ἀνάγκη φέρεσθαι, ἐπὶ μήτε ἐμποδίων κρεῖττον.

M. Deſcartes ſe ſert trés mal du principe qui a été expliqué au §. 13. *Que tout corps qui ſe meut autour d'un centre, fait effort pour s'en éloigner.* On peut faire voir qu'il s'eſt trompé en voulant expliquer par là la peſanteur des corps. Auſſi ne prétend-on pas donner à ce principe toute l'étenduë que lui donne M. Deſcartes. Et l'on approuve fort la reſtriction qui a été miſe par un ſçavant homme, que cela eſt vrai dans les mouvemens artificiels, & que cela peut ne l'être pas dans les naturels.

Ce qui a été prouvé au §. 16. & aux ſuivans, fait voir que M. Deſcartes s'eſt trompé dans ſix régles des ſept qu'il a données du mouvement.

Dans le §. 16. on ne prétend nullement favoriſer le ſentiment du mouvement de la Terre. L'Auteur de ce diſcours eſt pleinement perſuadé, que quand bien il n'y auroit point de ſaintes Ecritures, l'hypothéſe qui met la Terre immobile, eſt préférable à toute autre. On a ſeulement voulu faire voir que cét argument n'eſt pas convainquant: il y en a d'autres qui ſont meilleurs; ſur tout celui qui a été fait valoir

valoir en de fort belles occaſions, pris du mouvement tonique de l'aiman.

Le §. 29. eſt contre M. Deſcartes qui n'a point diſtingué le mouvement, que l'on appelle ici abſolu, d'avec celui que l'on appelle reſpectif. Et quand il a dit qu'il y avoit toûjours une égale quantité de mouvement devant & après la percuſſion, il entend parler de ce mouvement abſolu; or il eſt bien viſible qu'il s'eſt trompé en cela. Car dans la figure ſuivante, avant la percuſſion le mouvement des deux boules A & B eſt Aa & Bb, & tout le mouvement d'aprés la percuſſion ramaſſé dans la ſeule boule (b,) n'eſt que (b *b*,) l'autre boule demeurant immobile en *a*.

Quand dans le §. 31. on a fait mention d'une ſubſtance plus ſubtile que l'air, il ne faut pas s'imaginer que c'eſt la matiére ſubtile de Mr. Deſcartes. Tout le monde reconnoît qu'il y a des corps plus ſubtils que l'air que nous reſpirons. Et comme Ariſtote dans la compoſition de l'Univers a mis ſur l'Eau la ſphére de l'Air; auſſi a-t-il mis le Feu au deſſus de l'Air, & l'*Æther* au deſſus du Feu: qui ſont toutes des ſubſtances différentes, d'autant

REMARQUES

Sur une Lettre DE M. DESCARTES

Touchant la Lumiére.

Extrait de la Lettre dix ſeptiéme du ſecond tome de M. Deſcartes.

MONSIEUR,

Je ſuis bien aiſe que vous aiez remis ſur le tapis la queſtion qui s'étoit mûë n'aguéres entre nous. Mais pour ce que je voi que la

raiſon dont je me ſervois alors, ne vous a pas encore ſatisfait, je vous dirai librement ce que je penſe de vôtre réponſe : & auparavant, pour être certains de l'état de la queſtion, j'en ferai ici une briéve deſcription.

Je vous dis derniérement lorſque nous étions enſemble, non pas à la vérité que la lumiére ſe mouvoit en un inſtant, comme vous m'écrivez ; mais (ce que vous croiez être la même choſe) que du corps lumineux elle parvenoit en un inſtant juſques à nos yeux : & même j'ajoûtai que je penſois ſçavoir cela ſi certainement, que ſi on me pouvoit convaincre de fauſſeté là-deſſus, j'étois tout prêt d'avoüer que je ne ſçavois rien du tout en Philoſophie. Et vous au contraire, vous aſſuriez que la lumiére ne ſe mouvoit pas en un inſtant ; &

vous

vous disiez avoir trouvé un moyen d'en faire l'expérience, par lequel il seroit aisé de voir qui de nous deux se trompoit en cela. Et cette expérience, purgée comme elle est à présent, d'une quantité de choses superfluës, par exemple, du son, du maillet, & de choses semblables, c'est-à-dire, ainsi que vous l'exposez maintenant dans vos lettres, beaucoup mieux sans doute que vous ne faisiez la premiére fois, est telle.

Si quelqu'un portant de nuit un flambeau à la main, & le faisant mouvoir, jette la vûë sur un miroir éloigné de lui d'un quart de lieuë, il pourra très-aisément remarquer, s'il sentira le mouvement qui se fait en sa main, auparavant que de le voir par le moien du miroir. Et vous vous assuriez tellement sur cette

experience, que vous étiez prêt de croire que toute vôtre Philosophie étoit fausse, s'il ne se rencontroit un temps notable & sensible entre l'instant auquel le mouvement se verroit par le moien du miroir, & celui auquel on le sentiroit par l'entremise de la main. Et moi au contraire, je disois que s'il se rencontroit en cela le moindre intervalle de temps, j'étois prêt de confesser que toute ma Philosophie étoit entiérement renversée. Et partant (ce qui est à remarquer) en toute nôtre dispute, il ne s'agissoit pas tant de sçavoir si la lumiére se transmet en un instant, ou si elle a besoin de quelque tems; qu'il s'agissoit du succés de cette expérience. Et le jour suivant pour finir nôtre dispute, & vous épargner un travail inutile, je vous donnai avis que nous avions une

autre expérience qui avoit déja été faite pluſieurs fois par pluſieurs milliers de perſonnes, & même de perſonnes très-exactes & très attentives, par laquelle on voioit manifeſtement qu'il n'y avoit aucun intervalle de temps entre l'inſtant auquel la lumiére ſort du corps lumineux, & celui auquel elle entre dans l'œil.

Et avant que de vous l'expoſer, je vous demandai ſi vous ne demeuriez pas d'accord que la Lune eſt éclairée par le Soleil, & que les éclipſes ſe font par l'interpoſition de la Terre entre le Soleil & la Lune, ou par l'interpoſition de la Lune entre le Soleil & la Terre: ce que vous m'accordâtes ſans aucune difficulté. Aprés cela je vous demandai ſuivant quelles lignes vous vouliez ſuppoſer que la lumiére parvînt depuis les aſtres juſqu'à nos yeux:

& vous me répondîtes, ſuivant les lignes droites; *on ſorte que lorſqu'on regarde le Soleil, il ne nous paroit pas au lieu où il eſt en effet: mais en celui où il étoit à l'inſtant que la lumiére, qui ſert à nous le faire voir, en eſt ſortie. Enfin je vous demandai que vous déterminaſſiez combien grand devoit être du moins cét intervalle de temps ſenſible, entre l'inſtant auquel le ſtambeau ſeroit mû, & l'inſtant auquel ſon mouvement ſeroit apperçu par le moyen du miroir, qui ſeroit diſtant d'un quart de lieuë. A quoi vous me répondîtes le jour précédent, qu'il s'y rencontreroit pour le moins autant de temps qu'il en faut pour un battement d'artére; mais pour lors vous me dîtes que je priſſe tel intervulle de temps que je voudrois. Et pour ne pas abuſer de la permiſſion que vous*

me

me donniez, je ne pris que la vingt-quatriéme partie du temps qu'il faut pour un battement d'artére: & je dis que cèt intervalle de temps, qui ſelon vous ſeroit tout-a-fait inſenſible dans vôtre expérience, ſeroit très-ſenſible dans la mienne.

Car ſuppoſant que la Lune eſt éloignée de la Terre de cinquante demi-diamétres & qu'un ſeul demi-diamétre de la Terre contient ſix cens lieuës; (ce qu'on doit du moins ſuppoſer, ou bien l'Aſtronomie & la Géométrie ſont fauſſes:) ſi la lumiere a beſoin de la vingt-quatriéme partie du temps que les artéres emploient à battre une ſeule fois, pour traverſer deux fois la quatriéme partie d'une lieuë, elle aura beſoin d'un temps égal à celui que les artéres emploient à battre cinq mille fois, c'eſt-a-dire, pour le

le moins d'une heure de temps, pour traverſer deux fois l'eſpace qui eſt entre la Lune & la Terre, comme il paroît à tout homme qui veut prendre la peine d'en faire le calcul. Après quoi, voici comme j'ai argumenté.

Qu' A B C *ſoit une ligne*

A B C.

---

droite : & pour pouvoir conclure la même choſe, ſoit que nous ſuppoſions que la Terre ſe meuve, ſoit que ce ſoit le Soleil, qu' A B C *ſoient les lieux où le Soleil, la Terre & la Lune ſe rencontrent quelquefois ; & ſuppoſons que maintenant de la Terre B on voit la Lune éclipſée au point C : cette éclipſe, ſuivant ce qui a été accordé ci-deſſus, doit nous paroître préciſément au même inſtant auquel la lumiére qui*

qui eſt ſortie du Soleil, lorſqu'il étoit au point A, étant reſtéchie de la Lune, parviendroit à nos yeux, ſi elle n'eût point été empêchée par l'interpoſition de la Terre, c'eſt-à-dire, ſuivant ce qui a auſſi été accordé, une heure aprés que cette lumiére eſt parvenuë à la Terre B. Et de plus, ſuivant ce qui a auſſi été accordé, le Soleil ne peut être vû au point A, ſi ce n'eſt préciſément à l'inſtant même que ſa lumiére eſt parvenuë directement juſqu'à la Terre: & partant la Lune ne ſçauroit paroître éclipſée en C, qu'une heure aprés que le Soleil a été vû en A; ſi vos conceſſions ſont vraies, c'eſt-a dire, ſi l'on apperçoit plus tard de la vingt-quatriéme partie du battement d'une artére, le mouvement d'un flambeau dans un miroir qui eſt éloigné de la quatriéme

partie d'une lieuë, qu'on ne le reſſent à la main.

Mais l'obſervation exacte qu'en ont fait tous les Aſtronomes, confirmée par une infinité d'expériences, fait aſſez connoître, que ſi quand la Lune eſt éclipſée, on la voit de la Terre B au point C, le Soleil ne doit point être vû en A une heure auparavant, mais au même inſtant que l'éclipſe paroît. Et le temps d'une heure eſt bien plus ſenſible en l'obſervation du lieu du Soleil au regarde de la Terre & de la Lune, que n'eſt en vôtre expérience la vingt-quatriéme partie du temps que l'artére employe à battre une ſeule fois. Par conſéquent & vôtre experience eſt inutile, & la mienne qui eſt celle de tous les Aſtronomes, montre clairement que la lumiére ſe voit ſans aucun intervalle de

de temps ſenſible, c'eſt-à-dire, comme j'avois ſoûtenu, en un inſtant. Je maintenois que cét argument étoit une démonſtration; & vous au contraire vous diſiez que c'étoit un paralogiſme & une pétition de principe. Mais il eſt aiſé de voir par vôtre réponſe, ſi vous aviez raiſon, ou non, de la nommer ainſi. Car, &c.

REMARQUES.

MON deſſein n'eſt pas de combattre ce que M. Deſcartes dit touchant la lumiére, que *du corps lumineux elle parvient en un inſtant juſqu'á nos yeux.* Je ſuis d'accord avec lui en ce point, & je ſuis perſuadé que l'effuſion de la lumiére ne ſe peut faire par un flux ſucceſſif de quelque ſubſtance ſubtile. Je veux ſeulement examiner ſon raiſonnement, afin que chacun puiſſe juger ſi l'argument qu'il apporte, eſt une démonſtration comme il le ſoûtient, ou ſi c'eſt ſeulement un paralogiſme, comme ſon adverſaire le lui reproche.

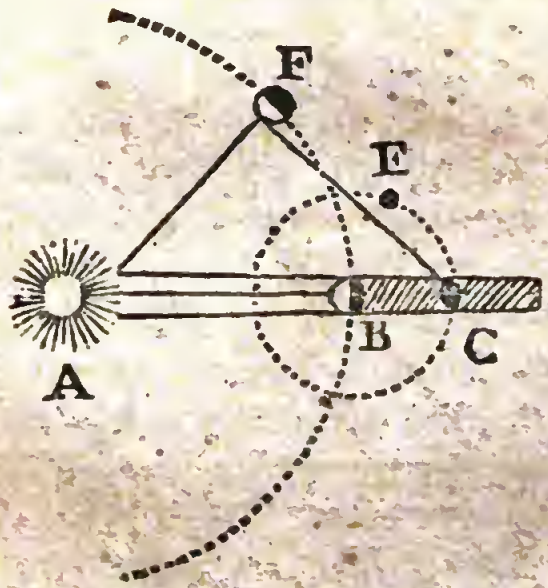
M. Deſcartes établit d'abord que la lumiére emploiroit une heure à parvenir de la Lune juſqu'à nous, ſi elle emploioit la vingt-quatriéme partie du temps que les artéres battent une fois, à venir depuis un miroir, qui ſeroit éloigné d'un quart de lieuë. Il ſuppoſe en ceci, que le temps du mouvement de la lumiére doit être à même proportion d'autant plus long, que l'eſpace qu'elle a à parcourir, eſt plus grand:

ce

ce qu'on peut fort raiſonnablement ne lui pas accorder. Car encore que la Lune ſoit douze mille fois plus éloignée de nous, que ne le ſeroit ce miroir; il ne s'enſuit pas pour cela qu'il faille à la lumiére douze mille fois plus de temps pour venir de la Lune, que pour venir du miroir: parce qu'il ſe peut faire que la lumiére ſe meuve fort vîte dans ce grand eſpace qui eſt vers le Ciel, & fort lentement dans ce petit eſpace qui eſt proche de la Terre, à cauſe qu'ici-bas l'air eſt fort groſſier, pour retarder le mouvement de la lumiére: au lieu que là haut, *la matiére*, dont M. Deſcartes compoſe le Ciel, étant infiniment ſubtile, donne le moien à la lumiére de ſe mouvoir avec une vîteſſe incomparablement plus grande. Car nous voions qu'un boulet de canon étant porté dans l'air avec une rapidité incroiable, vient à ſe mouvoir fort lentement, lorſqu'il entre dans la bouë, ou dans quelque rempart de terre. Et comme celui-là ſe tromperoit fort lourdement, lequel voiant que ce boulet auroit emploié une minute de temps à faire deux ou trois pas en s'enfonçant dans la terre, concluroit que ce même boulet auroit mis deux ou trois mille minutes de

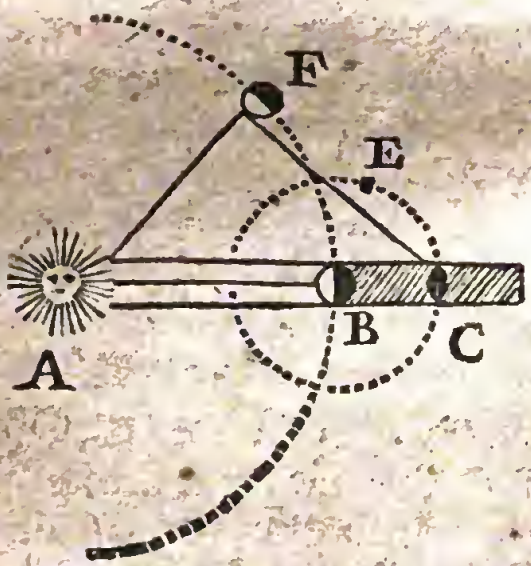
temps à venir depuis le canon que l'on ſuppoſe être éloigné de deux ou trois mille pas: ainſi on peut dire que M. Deſcartes n'a pas bien raiſonné, quand de ce qu'on ſuppoſe la Lune douze mille fois plus loin que le miroir, il veut que la lumiére emploie douze mille fois plus de temps, c'eſt-à-dire, une heure entiére à venir de la Lune, ſuppoſé qu'elle emploie la vingt-quatriéme partie d'un battement d'artére à venir du miroir. Et il ſe peut faire que cette matiére céleſte ſurpaſſant l'air en ſubtilité, bien plus à proportion que l'air ne ſurpaſſe la Terre, la lumiére emploie plus de temps à parcourir ce petit eſpace, qui eſt entre nous & le miroir, qu'elle n'en a emploié à venir juſqu'à nôtre air dans ce grand intervalle du Ciel: comme peut-être le boulet a mis plus de temps à entrer deux ou trois pas dans le rempart, qu'à venir depuis le canon. De ſorte que M. Deſcartes n'a pas eu raiſon de mettre une heure pour le temps que la lumiére emploiroit à venir de la Lune. Et comme d'ailleurs toute la démonſtration qu'il prétend faire enſuite, eſt établie ſur ce fondement; certes ce fondement venant à manquer, il faut que toute ſa démonſtration tombe enruïne. Mais

Mais ce n'eſt pas ſur cela que j'inſiſte davantage contre M. Deſcartes ; il me ſemble qu'il a bien plus manqué dans la ſuite de ſon raiſonnement même. Car il faut remarquer qu'il a apporté ſa démonſtration, comme ſi elle étoit également convainquante dans l'hypothéſe de Tycho, & dans celle de Copernic : *Et pour pouvoir*, dit-il, *conclure la même choſe, ſoit que nous ſuppoſions que la Terre ſe meuve, ſoit que ce ſoit le Soleil, &c.* Poſons donc que le Soleil ſoit immobile au centre du Monde A ; que la Terre ſe trouve quel-



quefois en B, & la Lune en C, en ſorte qu'A B C ſoit une ligne droite ; que la lumiére venant d'A, & paſſant par B, emploie une demi-heure à aller en-

enſuite juſqu'à C, & une autre demi-heure à revenir de C juſques à B : alors ceux qui ſont ſur la Terre B, verront la Lune, ou plûtôt ſon éclipſe en C. Mais alors auſſi ceux-là mêmes verront encore le Soleil en A, où non ſeulement il étoit une heure auparavant, mais où il a toûjours demeuré immobile. Pourquoy donc M. Deſcartes veut-il qu'on voie maintenant le Soleil en quelque autre part ; J'avouë qu'une heure avant que la Lune parût en C, le Soleil paroiſſoit en A ; mais je dis auſſi qu'une heure aprés, c'eſt-à-dire, quand la Lune eſt vûë en C, le Soleil eſt encore vû en A, puiſqu'il n'a point changé de place : & partant que le Soleil, la Terre & la

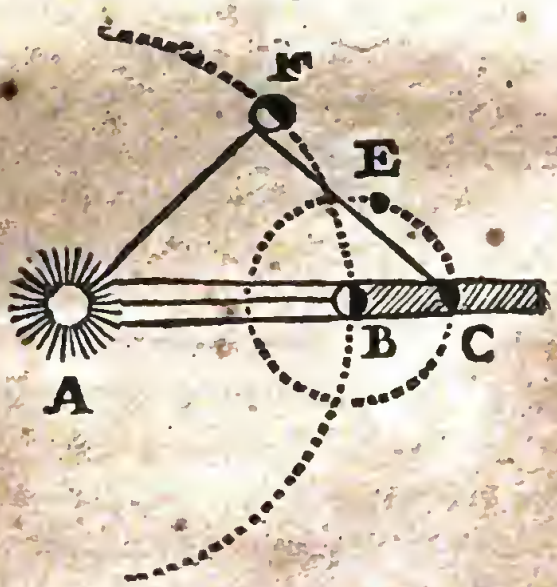


Lune dans ſon éclipſe paroiſſent en ligne droite. Comme ce ſujet eſt purement géométrique, on peut aiſément déterminer qui eſt celui qui ſe trompe.

Mais on le fera encore avec plus d'aſſurance, quand on ſçaura ce que M. Deſcartes répond à ſon adverſaire. Voici comme il lui écrit: *Car de recourir comme vous faites à la lenteur ou tardiveté du mouvement annuel, dans une choſe qui dépend toute entiére du mouvement de la Lune, qui eſt douze fois plus rapide que le mouvement annuel, & de plus auſſi dans une choſe où l'on a de coûtume d'obſerver aſſez commodément, je ne dis pas ſeulement la différence d'une heure, ce que j'aurois démontré être ſuffiſant; mais même celle de la moitié d'une minute: qui eſt celui qui ne voudra pas reconnoître en cela un paralogiſme?* J'avouë que c'eſt moi qui ne puis reconnoître en cela un paralogiſme, & même que je ne ſçaurois m'empêcher d'en voir pluſieurs dans cette inſtance de M Deſcartes.

En prémier lieu, il dit que toute cette affaire, c'eſt à dire, le défaut de ligne droite & d'oppoſition, qui pourroit paroître dans les éclipſes, *dépend tout éntier du mouvement de la Lune:*

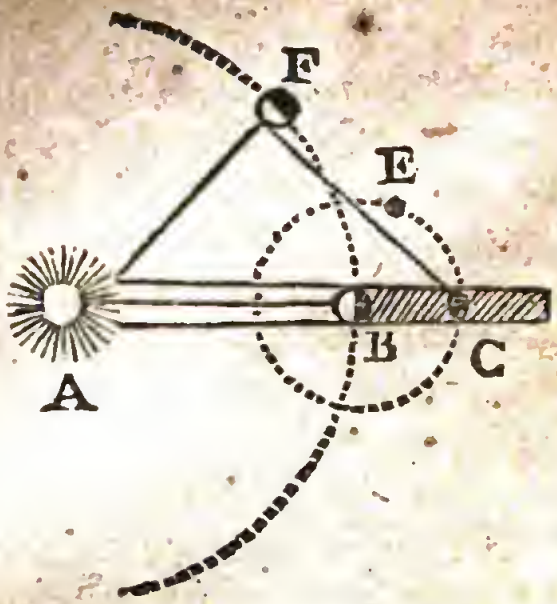
me: & cependant il eſt certain que le mouvement de la Lune ne fait pas plus en cela, que ſi elle étoit immobile. Car imaginons-nous, que la Lune aprés s'être trouvée dans l'ombre en C, ſe meut encore plus vite qu'elle ne fait, & parvient en E, lorſque ſa lumiére (ou plûtot ſon défaut, car c'eſt la même choſe) envoiée de C, eſt venuë à la Terre B: alors ſuivant toutes les ſuppoſitions ſur leſquelles M. Deſcartes argumente, la Lune doit paroître en C, parce que l'on ſuppoſe que la Lune & les aſtres paroiſſent, *non dans les lieux où ils ſont en effet, mais dans ceux où ils étoient à l'inſtant que la lumiére qui ſert à nous les faire voir, en eſt ſortie.* Ainſi la lumiére qui eſt maintenant



par-

parvenuë à nous, étant ſortie de C, où étoit la Lune demi-heure auparavant, nous doit faire voir la Lune en C, en quelque part du Monde qu'elle ſe puiſſe maintenant trouver, quand elle ſeroit demeurée immobile, ou qu'elle auroit été tranſportée: & par conſéquent le mouvement de la Lune ne fait rien en ceci.

En ſecond lieu M. Deſcartes reprend ſon adverſaire, pour avoir allegué la lenteur du mouvement annuel; & il prétend que ce mouvement annuel ne fait rien dans une choſe *qui dépend*, dit-il, *toute entiére du mouvement de la Lune*: & cependant il eſt certain que s'il devoit paroître quelque défaut d'oppoſition dans les éclipſes, cela ſeroit cauſé uniquement par le mouvement annuel, pourvû qu'il fût plus grand & plus ſenſible. Car ſi aprés que la Lune ſe ſeroit trouvée dans l'ombre de la Terre en C, la Terre étoit tranſportée par ſon mouvement annuel juſques en F, tandis que les raions envoiez de C parviendroient juſqu'à la Terre; alors de la Terre F on verroit toûjours le Soleil en A, & la Lune en C: mais les lignes A F, F C, ne ſeroient plus une même ligne droite, & la Lune qui ſeroit vûë pour lors en



en éclipſe, ne paroitroit pas neanmoins oppoſée au Soleil. Ainſi le mouvement annuel pourroit faire de la diverſité & du défaut dans l'oppoſition apparente du Soleil & de la Lune éclipſée. Mais d'ailleurs comme le mouvement annuel de la Terre pendant une heure, eſt trés petit, & même inſenſible; il eſt clair que l'adverſaire de M. Deſcartes avoit raiſon de recourir à la lenteur de ce mouvement pour rendre inutile toute ſa démonſtration.

Enfin M. Deſcartes dit qu'en ceci *on peut obſerver aſſez commodément non ſeulement la différence d'une heure, mais même celle de la moitié d'une minute*; ce qui n'eſt nullement véritable. Car quand il s'agit ſeulement du mouvement jour-

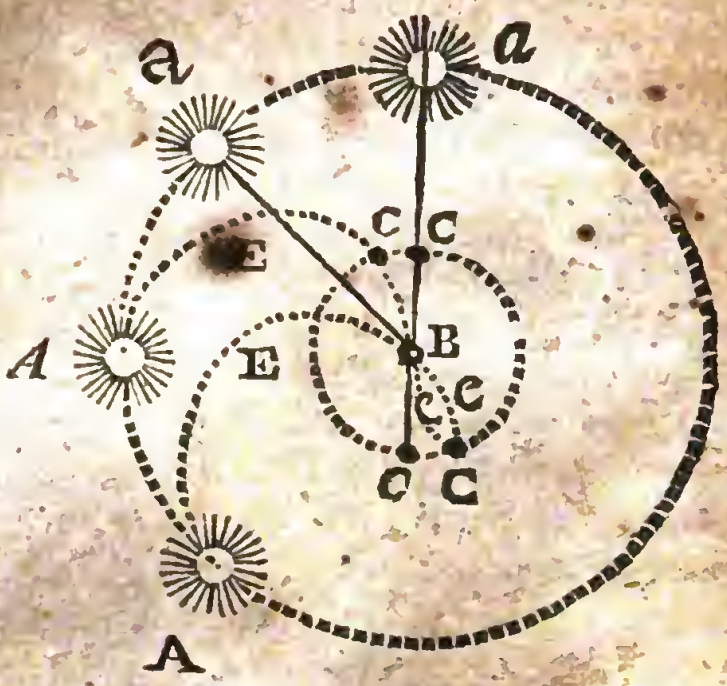
journalier, il eſt vrai qu'on peut diſcerner juſqu'aux minutes, pourvû qu'on air de fort bons inſtrumens, & qu'on ſoit addroit à faire de ces ſortes d'operations. Mais quand il faut obſerver le mouvement propre du Soleil ou de la Terre, ou déterminer préciſément l'oppoſition de la Lune, quelles difficultez ne rencontre-t-on pas? que d'obſervations, que de calculs, que de reductions! Nous avons d'illuſtres exemples de ces difficultez dans les obſervations qu'on a voulu faire des éclipſes horizontales; on ſçait l'empreſſement qu'ont eu les Aſtronomes, pour voir s'ils ne pourroient point découvrir quelque diverſité dans l'oppoſition du Soleil & de la Lune cauſée par les réfractions. Mais quelque ſoin qu'ils aient eu de préparer leurs inſtrumens de longue main, & quelque précaution qu'ils aient apportée dans leurs obſervations & dans leurs calculs: à peine peut-on s'aſſurer qu'ils aient diſcerné une différence, je ne dis pas d'une minute d'heure; mais même d'une minute de degré. Comment donc M. Deſcartes veut-il que l'on obſerve ſi commodément dans une occaſion toute ſemblable, la différence de la moitié d'une minute d'heure?

Juſques

Jusques ici nous avons seulement examiné le raisonnement de M. Descartes dans l'hypothése du mouvement de la Terre, dans laquelle il prétendoit que ce fût une démonstration. Que si maintenant on veut l'examiner en suivant l'hypothése commune de l'immobilité de la Terre, je ne croy pas qu'on trouve que sa démonstration soit meilleure. Car tandis que toute la *matiére céleste* qui emporte le Soleil & les étoiles, se meut tous les jours autour de la Terre ; on peut fort raisonnablement penser, que la lumiére étant pour ainsi dire jettée du Soleil ou de la Lune, se meut vers la Terre, non en ligne droite, mais dans une ligne courbe & spirale, en suivant toûjours circulairement le mouvement de l'astre d'où elle a été élancée ; & cela se pourroit peut-être prouver par les loix de la Méchanique, & confirmer par l'expérience des corps qu'on jette de dedans un vaisseau : & en ce cas, le Soleil & les astres paroitroient toûjours dans le lieu où ils seroient en effet, si ce n'est que leur mouvement propre y apportât quelque différence. Ce qui se peut déclarer fort manifestement par l'exemple du son, que tout le monde reconnoit se répandre successivement

par

par de certaines ondées, qui se forment & s'étendent en rond dans l'air. Car imaginons-nous que tout l'espace céleste est rempli d'air, & qu'il se forme quelque son dans le Soleil; certes tandis que le Soleil avec tout le Ciel se mouvroit ainsi autour de la Terre, toutes ces ondées circulaires de l'air seroient aussi en même temps transportées d'un commun mouvement avec leur centre, qui est le Soleil: & ainsi étant arrivées à la Terre, elles désigneroient toûjours le Soleil & leur centre, non au lieu où elles auroient été formées pour la prémiére fois; mais au lieu même où le Soleil se trouveroit pour lors, en exceptant toûjours le mouvement propre que pourroit avoir le Soleil, outre celui qui lui seroit commun avec tout l'air. Mais de quelque façon qu'on l'explique, ou quelque cause que l'on veuille donner de ce mouvement spiral ou circulaire des raions de la lumiére; il est certain que ce mouvement étant une fois supposé, la Lune en son éclipse devra paroitre directement opposée au Soleil, comme si la lumiére se répandoit dans un instant. Car posons que la Terre soit immobile en B, & que le Soleil étant en A, envoie un raion vers la Terre; &



& pendant que le Soleil ſe meut & arrive en (a,) que le raion allant par la ſpirale A E, arrive en B : alors ce raion fera paroitre le Soleil en (á,) où il eſt en effet. Enſuite ce même raion A E B paſſant plus outre, (ou plûtoſt ſon défaut,) ira en demi-heure par la ſpirale (B e) juſqu'à C, où ſe trouve la Lune. Enfin la raion, ou plûtoſt ſon défaut, revenant par la ſpirale C e, parviendra aprés une autre demi heure à la Terre B, tandis que la Lune a été tranſportée par la matiére céleſte juſques en C: & alors par ce même raion, ou plûtoſt par ſon défaut, la Lune ſe-

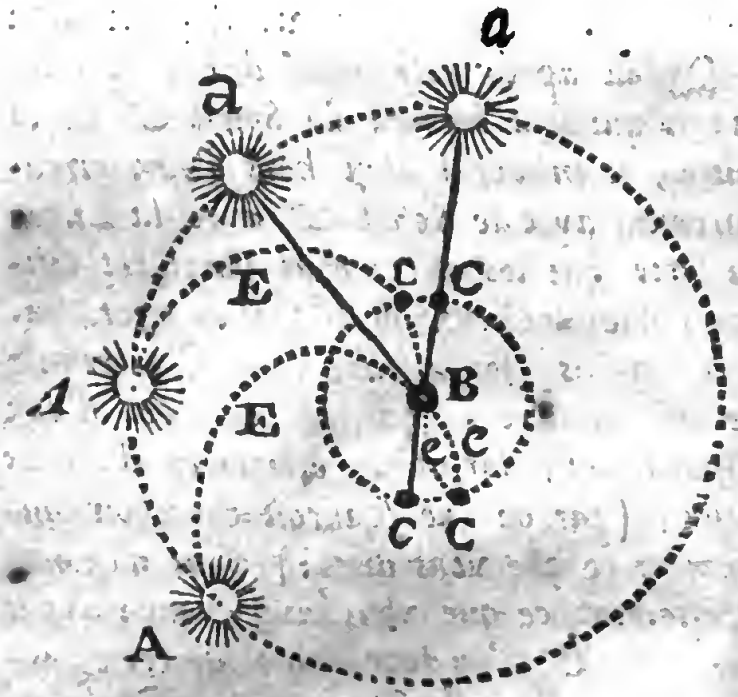
ra

ra vûë éclipſée en C ; mais en ce même temps auſſi le Soleil apparoîtra de l'autre côté diamétralement oppoſé en *a*, à ſçavoir, dans le même point où il eſt une heure aprés avoir été vû en (a.) Et cela eſt ſi véritable, que M. Deſcartes s'en étant bien apperçu lui-même, a jugé à propos d'attaquer ſon adverſaire d'un autre côté dans cette hypothéſe. Voici comme il pourſuit :

Quand aprés cela vous dites, que les raions qui ſont émanez du Soleil & de la Lune, ſe meuvent ainſi hors d'eux circulairement avec le Soleil & avec la Lune, en ſorte que les aſtres nous paroiſſent toûjours dans les lieux où ils ſont en effet, encore qu'ils ſoient vûs par l'entremiſe de la lumiére, qui eſt émanée d'eux auparavant, lorſqu'ils étoient en d'autres lieux, (car on ne ſçauroit concevoir autrement ce que vous dites :) vous niez manifeſtement ce que vous aviez auparavant accordé, & d'où dépendoit toute cette partie de ma demonſtration que je vous avois expliquée. Mais vous ne prenez pas garde que vous tombez ici dans ſon autre partie, qui eſt celle de l'éclipſe du Soleil.

Je ne veux pas m'arrêter ici à chercher ce qui peut avoir été accordé ou nié à M. Deſcartes, mon deſſein n'eſt que d'examiner ſon raiſonnement. J'ai fait voir que ſon adverſaire l'accuſoit

de paralogiſme dans la prémiére partie de ſa démonſtration. Voions maintenant s'il eſt plus exact dans la ſeconde. *Qu'(a) ſoit le Soleil*, dit-il, *c la Lune, & B la Terre, tout trois dans une même ligne droite. Suivant le calcul que nous avons fait ci-devant, ſi la lumiére a beſoin d'une demi heure, pour parve-*



nir depuis la Lune c juſqu'à la Terre B, il lui faudra douze heures de temps pour parvenir depuis le Soleil juſqu'à nous, puiſque le Soleil eſt éloigné de la Terre pour le moins vingt-quatre fois autant que la Lune. Donc ſuivant vôtre derniére conceſſion, au même inſtant que le Soleil eſt en

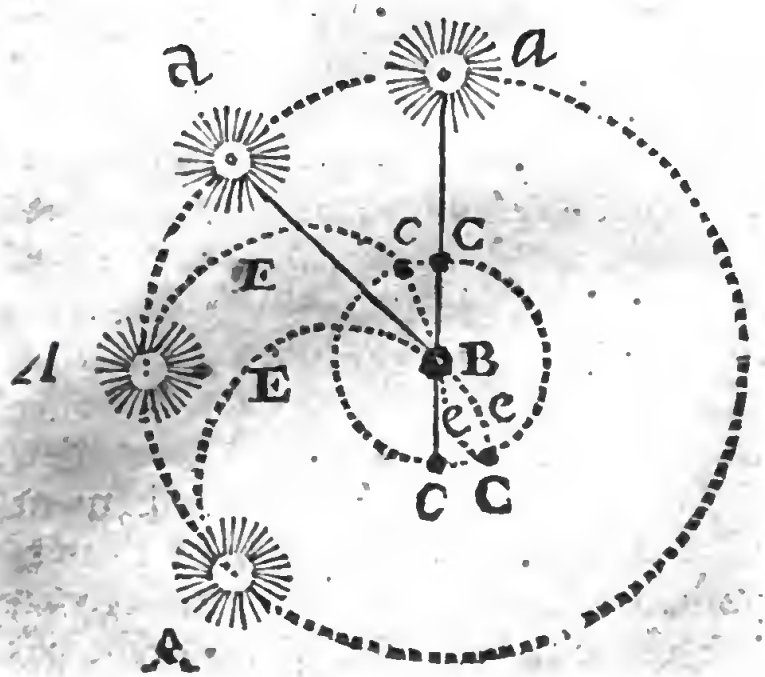
(a;)

(a,) *il eſt vû par ceux qui ſont en B, nonobſtant l'interpoſition de la Lune, laquelle cependant non ſeulement eſt en C, mais qui y ſeroit auſſi vûë, ſi elle avoit une lumiére qui lui fût propre; car le Soleil eſt vû en ce lieu-là par le moien de la lumiére, qui eſt émanée de lui douze heures auparavant, & qui aiant traverſé le ciel de la Lune une demi heure devant, n'a pû être empêchée par elle, parce qu'elle n'étoit pas encore alors interpoſée entre le Soleil & la Terre; & la lumiére qui eſt maintenant empêchée par elle, ne ſçauroit parvenir à la Terre qu'une demi-heure aprés: & par conſéquent la défaillance de ſa lumiére, c'eſt à dire, l'éclipſe du Soleil, ne ſçauroit être vûë qu'une demi-heure aprés l'inſtant que le Soleil, la Lune & la Terre ſont dans une même ligne droite.*

Mais l'experience de tous les Aſtronomes nous aſſure du contraire; c'eſt à ſçavoir qu'il y a éclipſe de Soleil, lors que le Soleil, la Lune & la Terre ſont dans une même ligne droite: & en cela non ſeulement l'erreur d'une demi-heure, mais celle de la moitié d'une minute ne ſeroit pas inſenſible. Donc, &c.

Toute la force de ce raiſonnement conſiſte en ce que nonobſtant l'interpoſition de la Lune, quand elle ſeroit vûë en (c,) le Soleil ne laiſſeroit pas d'être vû en *a* par le moien du raion

qui étant émané de lui douze heures auparavant, n'auroit pû être empêché de paſſer par le ciel de la Lune demi-heure auparavant, la Lune n'étant pas encore pour lors interpoſée directement entre la Terre & le Soleil. Mais M. Deſcartes a-t-il ſi-tôt oublié, que nous ſuppoſons que les raions ne vont plus en ligne droite? La Lune demi-heure auparavant n'étoit pas encore directement interpoſée entre le Soleil & la Terre; cela eſt trés-vrai, elle eſt pour lors en *c*, & le Soleil en *a*: mais il n'eſt pas pour cela véritable, que la Lune en ce temps-là ne puiſſe arrêter



les

les raions, que nous ſuppoſons venir par une ligne courbe *AEc*, comme la ſeule figure le démontre viſiblement. Ce n'eſt pas neanmoins là ce que je voudrois le plus reprocher à M. Deſcartes. Je m'étonne bien davantage qu'il n'ait point pris garde, ou que du moins il l'ait diſſimulé, que quand on dit dans cette hypothéſe, que les aſtres paroiſſent toûjours où ils ſont, on doit en retrancher leur mouvement propre, ainſi que je l'ai remarqué ci-devant; & en ce cas, la lumiére ſe mouvant uniformément dans une ſpirale réguliére, fera neceſſairement paroître les choſes dans les éclipſes tout de même qu'elles paroiſſent en effet; ce qui ſe peut fort bien démontrer. Que ſi M. Deſcartes s'attachant ainſi au ſon des paroles rapportées dans ſa lettre comme venant de ſon adverſaire, inſiſte ſur cela, & ſuppoſe que les aſtres paroiſſent préciſément au même point où ils ſont en effet; outre que j'ai déja fait voir qu'il s'étoit mépris dans ce raiſonnement même, on peut lui dire qu'il n'étoit point beſoin de recourir à cette ſeconde partie, & que par l'éclipſe de la Lune, il pouvoit prouver la même choſe qu'il a voulu prouver par l'éclipſe du Soleil; mais il

n'eſt pas néceſſaire d'expliquer ceci davantage.

Enfin M. Deſcartes conclud ſa lettre en cette ſorte: *Je n'ajoûte point ici quantité d'autres choſes, qui pourroient faire voir que cette derniére aſſertion ou propoſition eſt encore plus abſurde que la prémiére: comme par exemple, que cela poſé, on devroit toûjours voir vers l'Orient un cercle noir dans l'Horizon entre la Terre & le Ciel: & vers l'Occident, le Soleil & les étoiles au deſſous des montagnes, & pluſieurs choſes ſemblables. Et je ne demande pas auſſi par quelle puiſſance ce mouvement circulaire de la lumiére, qui ſort en même temps de divers aſtres, eſt conduit, pour pouvoir toûjours retenir l'inégalité qui eſt en la viteſſe des aſtres d'où elle eſt ſortie, &c. Car ſi ce que je viens d'écrire, n'a pas la force de vous convaincre, j'avouë que vous éles tout à-fait invincible. Adieu.* Ce ne ſont pas là de nouveaux inconvéniens, que M. Déſcartes objecte, mais de nouvelles difficultez, où il s'embarraſſe lui même: je ne veux pas les développer en détail, puiſque lui-même n'a fait auſſi que les rapporter. Mais je ne puis aſſez m'étonner de voir la fermeté avec laquelle il écrit toutes ces choſes: ſurtout voiant que ce n'eſt pas quelque

mot

mot qui lui ait échappé ; mais que c'eſt une lettre ſérieuſe écrite à loiſir ſur un ſujet prémédité de longue main, & aprés pluſieurs conteſtations réïtérées. Ce n'eſt pas à mon avis dans cette ſeule lettre que M. Deſcartes s'eſt trompé : je croi pouvoir démontrer que cela lui eſt arrivé en pluſieurs endroits de ſa Philoſophie. Peut-être que je me trompe moi même, j'en fais juges, pour ce que je viens d'écrire, tous ceux qui voudront prendre la peine de le lire, & de l'examiner. Comme c'eſt une matiére purement de Géométrie, & que je me ſuis abſtenu de tout ce qui pourroit être conteſté dans la Phyſique, il ſera aiſé de déterminer de quel côté eſt le paralogiſme, & ſi je ſuis moi-même tombé dans l'erreur, lorſque j'ai prétendu faire voir que M. Deſcartes ne prouve pas ſolidement ce qu'il aſſure avoir démontré.

Fin du Mouvement Local.

LA STATIQUE OU LA SCIENCE DES FORCES MOUVANTES.

Par le R. P. IGNACE GASTON PARDIES, *de la Compagnie de* JESUS.

QUATRIE'ME EDITION.

A LA HAYE,
Chez ADRIAN MOETJENS, Marchand Libraire près la Cour, à la Librairie Françoise.

M. D C C X.

PREFACE.

CE Traité eſt une ſuite d'un Diſcours du Mouvement Local, qu'on avoit déja publié, dans le deſſein de faire une Méchanique entiére, & de réduire en ordre toute la ſcience du Mouvement. Ceux qui ſçavent la maniére dont on procéde aujour'dhuy dans la conſidération de la Nature, & dans la pratique des Arts, ſçavent auſſi les avantages que l'on trouve dans la connoiſſance des loix du Mouvement. Et comme il eſt certain que rien ne ſe pratique dans les Arts, ſans l'uſage de la Mechanique; auſſi il faut reconnoître

que rien ne ſe peut expliquer dans les effets particuliers de la Nature, ſi l'on n'y emploie les démonſtrations de cette ſcience. C'eſt la Méchanique qui preſcrit les régles de l'une & de l'autre Architecture, je veux dire de la Civile & de la Militaire. C'eſt-elle qui bâtit les Vaiſſeaux, & qui les gouverne. Elle dreſſe des machines, pour enlever avec facilité les plus lourds fardeaux. Elle régle la conduite des eaux, & olle en ménage le cours & les ſaillies dans les moulins, & dans les maiſons de plaiſance. Elle anime les Orgues ſans ſouflets, & les fait joüer par la ſeule chûte des eaux. Elle fait parler les rochers dans les grottes artificielles, où elle imite le chant des oiſeaux, & nous y fait entendre les plus doux concerts. Voilà une partie de ce qu'elle fait,

quand

quand elle eſt employée par l'artifice des hommes: Mais que ne fait-elle pas, quand elle eſt employée par l'induſtrie de la Nature même? N'eſt-ce pas elle qui affermit inébranlablement la Terre ſous nos pieds, & qui aſſigne à tous les corps la place qu'ils doivent tenir dans l'Univers? Oüi, c'eſt elle qui arrondit la ſurface de la Mer, & qui en filtre les eaux par les conduits ſoûterrains, pour en faire ſortir les fontaines & les riviéres; c'eſt elle qui ſuſpend les nuées au milieu de l'air, qui les pouſſe en divers endroits par le vent, & qui en exprime la pluye, pour fertiliſer les campagnes; c'eſt elle qui fait deſcendre en bas les corps peſans, avec ce redoublement de vîteſſe & cette proportion que les Philoſophes ne peuvent aſſez admirer; c'eſt elle qui donne le bran-

le à tous les Cieux, & qui les entretient dans ce mouvement ſi réglé; c'eſt elle encore qui fait voler les oiſeaux dans l'air, qui fait nager les poiſſons dans l'eau, & marcher les animaux ſur la Terre; c'eſt par ſon moyen que ſe fait le battement du cœur, la circulation du ſang, la diſtribution des eſprits, & la reſpiration; c'eſt elle qui porte en rond de tous côtez la lumiére & les ſons, qui les fait réfléchir ou qui les rompt dans les échos, dans les miroirs, & dans les lunettes. En un mot, rien ne ſe fait ſans elle, ni dans l'Art, ni dans la Nature: de-ſorte qu'il n'eſt pas poſſible de réüſſir dans la conſidération de l'une, ou dans la pratique de l'autre, ſans la connoiſſance & l'uſage de la Méchanique.

Il faut néanmoins avoüer, que cette ſcience ſi belle, ſi curieuſe,

ſe

ſi neceſſaire, a été étrangement négligée pendant long-temps. Ariſtote à la verité fait de très-belles réflexions là deſſus; mais ſes penſées ſont limitées aux ſeules Forces Mouvantes, qu'il applique au manîment des chevaux, à la conduite des navires, à la conſiſtance & au mouvement des animaux. Ce que nous avons d'Archiméde n'eſt proprement que la démonſtration du levier, & de la balance, & de quelques machines qui en déprendent. Heron a traité des fontaines artificielles & des arcs-baletes. Ce qu'a fait Vitruve eſt un peu plus etendu: Mais outre que ce n'eſt-là qu'une très-petite partie des Méchaniques, on peut dire que ſi l'on a du plaiſir à faire joüer toutes ces petites machines; ſi l'on en retire même quelque profit, on n'y trouve pas un grand ſe-

conrs.

cours pour la connoiſſance de la Nature. Voilà néanmoins où ſe reduit toute la ſcience des Anciens: elle eſt venuë en cét état juſqu'à nous, ſans que parmi tant de commentaires & tant de compilations qu'on a faites, perſonne ſe ſoit mis en peine depuis tant de ſiécles de luy donner quelque nouvelle perfection; juſqu'à ce que dans ces derniers temps, ſi heureux à faire de nouvelles découvertes, on a vû des perſonnes qui ſe ſont attachées à cultiver cette ſcience, ou plûtot qui ſe ſont fait une Science *toute* nouvelle du Mouvement. *Certainement Galilée a eu droit de mettre à la tête de ſon Ouvrage ce titre de* Science nouvelle, *puis qu'il y traite de* l'accélération *des poids dans leur chûte, de la vîteſſe des corps ſur les plans inclinez, des* vibrations *des pendules & des cordes*

des tenduës, de la réſiſtance & de la rupture des corps, & de beaucoup d'autres choſes, qui étoient auparavant inconnuës. Torricelli a encore donné de l'éclat aux inventions de Galilée par ſes nouvelles expériences du vuide, & par les beaux raiſonnemens qu'il a faits ſur l'équilibre des liqueurs. Mais ſi ces excellens hommes ont eu aſſez d'eſprit, pour inventer une nouvelle ſcience, ils n'ont pas eu aſſez de bonheur pour luy donner la derniére perfection; car, il faut l'avoüer, il manque bien des choſes à cette ſcience, telle qu'ils nous l'ont donnée, pour faire une Méchanique compléte; elle ne traite pas toutes les matiéres; elle ne prouve que par l'expérience beaucoup de choſes, qui ſe doivent prouver par les principes de la Nature; elle eſt diſſipée en plu-

ſieurs

ſieurs traitez, qui n'ont point de liaiſon enſemble; elle a même des défauts, & on y remarque des erreurs, qui ſont à la verité bien pardonnables dans une matiére ſi délicate, mais qui aprés tout ne laiſſent pas de donner quelque inquiétude à ceux qui demandent la derniére exactitude dans les raiſonnemens phyſiques.

On a vû enſuite de trés-grands hommes, qui ont heureuſement travaillé a cultiver & à perfectionner cette ſcience. Les expériences continuelles que l'on a faites en divers endroits de l'Europe; les traitez qu'on a publiez des loix du Mouvement, de la réſiſtance des corps, de la force des percuſſions, de l'équilibre des liqueurs, de la dureté, de la peſanteur, & beaucoup d'autres, ſont aſſûrément des ouvra-

ges

ges dignes de la ſubtilité de leurs Auteurs, & de la politeſſe du ſiécle; mais aprés tout, on ne peut pas dire que ce ſoit-là une Méchunique. Ce ſont de belles parties, mais elles ne ſont pas un corps, puiſque ce ſont des productions de divers Auteurs, qui ont eu diverſes vûës, qui n'ont point concerté enſemble, pour concourir à un même deſſein, & qui même ont raiſonné ſur des principes differents.

J'avois toûjours eſperé que ce grand Ouvrage de M. Wallis, que nous attendions depuis ſi longtemps, comprendroit tout ce qu'on peut ſouhaiter ſur ce ſujet; & je n'en doutois preſque plus, quand je vis trois grands Tomes in 4°. ſous le titre de Méchanique *& de* Science du Mouvement. *Mais j'ay trouvé que cét Ouvrage, excellent en ſoy & admirable, eſt plus propre à contenter*

tenter ceux qui ſont déja conſommez dans cette ſcience, qu'à inſtruire ceux qui veulent l'apprendre. Car outre qu'il s'en faut bien qu'il ne comprenne tout, il eſt écrit d'une maniére ſi ſçavante & ſi géométrique, qu'il y a fort peu de perſonnes capables de le comprendre.

Je me ſuis donc réſolu de faire tout un corps de Méchanique, ſuivant la belle idée que nous en a donné Pappus, où je puſſe ramaſſer tout ce que divers Auteurs ont trouvé ſur ce ſujet, avec ce que je pourrois découvrir moy-même, ſi j'avois le bonheur d'inventer rien de nouveau.

Je diviſe tout cét Ouvrage en ſix diſcours, dont le prémier eſt celui qui a déja paru, qui traite du Mouvement en général, de la maniére dont il eſt produit, comment il ſe peut conſerver & ſe com-

communiquer; des loix de la percuſſion, des régles de la réfléxion, & de pluſieurs propriétez ſemblables du Mouvement conſidéré dans un état libre de tout autre empêchement.

Le ſecond diſcours, eſt celuy-cy, qui traite de ces ſortes de mouvemens qui ſe font avec quelque violence, en ſurmontant la réſiſtance qui ſe rencontre d'ailleurs. Outre la démonſtration de toutes les machines mouvantes, dont la force ſe réduit à celle de la balance, on y fait quelque réfléxion ſur l'impoſſibilité du mouvement perpétuel: on y traite des corps ſuſpendus, attachez par un ou par deux bouts, de la maniére dont ils ſe rompent, de la figure qu'ils prennent en ſe courbant; & en particulier, on montre des cas où les cordes tenduës ſeroient Paraboliques, Hyperboliques, Elliptiques.

liptiques, ou Circulaires. On examine la force des Tours & des Pyramides, on fait voir l'endroit où elles ſont le plus foibles; on détermine les figures qu'il faudroit leur donner pour les rendre les plus parfaites, & afin qu'elles réſiſtaſſent également partout à la violence des vents; on donne des régles générales de la réſiſtance des corps; on indique le moyen d'appliquer ces régles générales aux cas particuliers, qui concernent l'Architecture & les autres effets de la Nature & de l'Art; & prenant un exemple du mouvement d'un Vaiſſeau; l'on fait remarquer l'uſage que l'on peut faire des régles de Mechanique. Il y a dans ce diſcours quelques propoſitions, qui donneront peut être un peu de peine à ceux qui ne ſont pas accoûtumez aux démonſtrations géomé-

géométriques, mais ils peuvent les paſſer, elles ne ſont pas abſolument néceſſaires. J'ay voulu néanmoins les mettre, parce qu'elles ſont trés-utiles, & que dans la ſuite de cette Méchanique, elles ſerviront beaucoup pour déterminer bien des choſes, qu'on ne ſçauroit réſoudre ſans cela.

Le troiſiéme diſcours, eſt du mouvement des corps peſans; ou, ſans rien ſuppoſer de nouveau, l'on démontre toutes les propriétez de ce mouvement, ſoit que les corps deſcendent par leur propre poids, ou qu'ils ſe meuvent étant pouſſez avec violence. On y voit raiſon de cette augmentation ou diminution merveilleuſe de vîteſſe des corps, qui paſſent en montant & en deſcendant par tous les degrez imaginables de lenteur. Galilée n'a montré ces

ces propriétez, qu'en ſuppoſant une définition qu'on luy a conteſtée. Baliani a voulu donner une autre progreſſion au mouvement de ces corps. Ces deux Auteurs ont eu leurs partiſans, & l'on a vû groſſir les volumes des conteſtations qui ont duré ſi long-temps entre M. Gaſſendi & le P. le Cazre, juſqu'à ce que l'affaire ſembloit avoir été terminée par trois grands Géométres; M. Huygens, & le P. de Billy ayant demontré que la progreſſion de Baliani étoit impoſſible; & M. Fermat ayant fait voir qu'il ne faudroit pas moins d'une éternité toute entiére à un corps, qui deſcendroit, avec cette proportion de vîteſſe de la hauteur d'un pied. Tous les ſçavans s'étoient rendus à des démonſtrations ſi réguliéres; mais le P. Lalouvére, illuſtre par les grandes.

des découvertes qu'il a faites dans la Géométrie, eſt ſurvenu, & a fait voir que nonobſtant toutes ces démonſtrations, la progreſſion de Baliani étoit trés poſſible & trés-naturelle; & la maniére dont il l'a défenduë, a paru ſi belle, que M. Fermat luy-même n'a jamais pû y trouver rien à redier. On trouvera tout cela expliqué dans ce diſcours; & on y verra que cette premiére peſanteur, ou ce degré déterminé de vîteſſe ſur quoy eſt fondée la démonſtration du P. Lalouvêre, ne peut ſupſiſter. On explique auſſi une progreſſion toute ſemblable, qui ſe trouve dans le mouvement du bras, où du pied, ou des inſtrumens que l'on tient quand on frappe. On fait voir encore une autre ſorte de progreſſion, qui ſe rencontre dans les boulets d'un canon, ou dans les fléches qu'on pouſſe avec une

arc-balete ; on examine le mouvement sur des surfaces inclinées, & c'est-là que l'on démontre cette proposition si estimée, que je sçay que M. Huygens a démontrée aussi, touchant le mouvement qui se feroit sur une Cycloïde.

Le quatriéme discours, est du mouvement des corps liquides; où l'on démontre, sans rien supposer, tout ce que nous voyons arriver dans la vîtesse des liqueurs, dans la force de leur pression, dans la direction & dans la figure qu'elles prennent dans leurs saillies, dans leur écoulement, dans leur équilibre. Sous le nom de corps liquides, on comprend ici l'air, & tous les corps qui ne sont pas durs ; de sorte que dans ce Traité on trouvera tout ce qui concerne cette science qu'on appelle la Pneumatique, *la force des ressorts, la rarefaction & la condensation, la vio-*

violence épouvantable de la poudre embraſée; enfin on y verra toutes ces nouvelles expériences du vuide, & la raiſon de tous ces effets ſurprenans que l'on y remarque.

Le cinquiéme diſcours, eſt du mouvement de Vibration, *c'eſt-à dire, de tous les corps qui font un mouvement réciproque allant & venant, comme font les pendules, les cordes tenduës, les reſſorts, & pluſieurs autres corps. L'on y décrit une pendule, dont toutes les vibrations ſont d'une égale durée; l'on demontre auſſi que toutes les vibrations d'une corde tenduë durent également; que les vibrations de deux cordes d'égale groſſeur, & également tenduës, ſont en raiſon réciproque des longueurs des cordes, au lieu que dans les pendules elles ſont ſeulement en raiſon ſous-doublée; que dans*

les cordes égales, les vibrations ſont en raiſon ſous-doublée des forces ou des poids qui les tendent; que les vibrations ſont encore en raiſon ſous-doublée des groſſeurs des cordes d'égale longueur, & également tenduës. Deſorte que l'on démontre par les cauſes tout ce que l'expérience nous fait remarquer dans les ſons & dans l'harmonie des cordes tendues.

Le ſixiéme diſcours, eſt du mouvement d'Ondulation, *ſur l'exemple de ces cercles qui ſe font dans la ſurface de l'eau quand on y jette une pierre. On conſidere quelques ſemblables cercles qui peuvent ſe former dane l'air, & même dans quelques autres ſubſtances plus ſubtiles, que de trés-manifeſtes expériences nous convainquent être repanduës partout. Et c'eſt ce mouvement que nous appellons*

Mou-

Mouvement d'Ondulation, *qui ſervant de jeu & de divertiſſement aux enfans, peut ſervir de ſujet d'une très-profonde méditation aux plus habiles Philoſophes. On examine donc comment ces cercles ſe peuvent former, comment en ſuite leur mouvement ſe communique, quelles ſont les lignes de leur direction, avec quelle force ils pourroient agir prés ou loin, comment ils ſe réfléchiroient, & comment ils ſe romproient; & puis ſuppoſant avec tous les Philoſophes, qui le ſon u pour véhicule cette ſorte de mouvement dans l'air, on explique tout ce qui concerne les ſons; & faiſant une conjecture ſur la propagation de la lumiére, on examine ſi l'on ne pourroit pas auſſi ſuppoſer, que la lumiére eût pour véhicule quelque ſemblable mouvement dans un air plus ſubtil;*

& l'on fait voir qu'en effet dans cette hypothése on expliqueroit d'une maniére trés naturelle toutes les proprietez de la lumiére & des couleurs, qu'on a bien de la peine à expliquer ſans cela; & j'eſpere qu'on aura quelque ſatisfaction de voir la maniére dont on y demontre la meſure des réfractions.

Voila le deſſein de cét ouvrage, dans lequel, outre un grand nombre de propoſitions géométriques, dont la nouveauté agréera peut-être aux ſçavans, on y verra quantité de pratiques curieuſes & utiles dans les Arts, & pluſieurs démonſtrations, qui donneront ouverture pour la déciſion des plus belles queſtions de Phyſique. Pour l'Art, on y a mis les plus importans avis qui concernent la conduite des Eaux; ou y décrit des moulins à vent propres à lever les eaux, qui vont

jour

jour & nuit à tous vents, ſans qu'il ſoit beſoin d'y toucher. On y donne la proportion de la quantité de la poudre qu'il faut dans les mines & dans les canons; on y preſcrit les régles qu'il faut obſerver, pour jetter ſûrement les bombes; on y détermine la longueur qu'il faut donner aux canons pour les faire porter le plus loin qu'il ſe peut; on y décrit quelques machines nouvelles propres à divertir; on y fait même le mouvement perpétuel. Mais pour la Phyſique, on y donne le moyen d'expliquer par les loix de la Méchanique le Syſtéme de Tycho, ce que la pluſpart des Mathematiciens, avoient crû impoſſible. On y démontre l'impoſſibilité du mouvement des Atomes d'Epicure. L'on y fait voir auſſi que le mouvement des Cieux ne peut provenir de leur forme, c'eſt-à dire, que ce

mouvement ne peut procéder d'un principe interne & naturel, en la maniére que nous disons que les corps pesans ou legers se meuvent en bas ou en haut par un principe interne & naturel. On donne une maniére méchanique d'expliquer la dureté des corps, & la résistance qu'ils font à se rompre; ce qui n'est pas une si petite affaire que l'on pourroit bien s'imaginer. Le flux & reflux de la Mer, l'origine des fontaines, & plusieurs choses semblables, y sont encore réduites aux loix de la Mechanique

J'ay bien voulu mettre ici le détail de tout mon dessein, afin de pouvoir profiter des avis des personnes intelligentes, qui ne sçauroient m'obliger plus sensiblement, que de m'avertir de ce qu'ils jugeroient à propos de changer ou d'ajoûter à ce que je viens de proposer.

LA

LA STATIQUE OU LA SCIENCE DES FORCES MOUVANTES.

IL arrive ſouvent que les corps ont une telle liaiſon entr'eux, que les uns ne peuvent ſe mouvoir ſans les autres ; & quelquefois même, les uns faiſant effort de ſe mouvoir à contre ſens des autres, ils s'empêchent mutuellement, ſi leurs forces ſont égales ; & ſi elles ne le ſont point, le plus fort l'emporte, & obli-

1. *Les forces contraires dans les poids.*

oblige le plus foible à ſe mouvoir contre ſa propre inclination. Ainſi nous voions que dans une balance, un poids ne peut deſcendre ſans que l'autre ne ſe hauſſe; & chacun faiſant effort d'aller en bas à cauſe de ſa peſanteur, tous-deux demeurent en équilibre lors qu'ils ſont égaux: mais s'ils ne le ſont point, le plus grand l'emporte, & contraint le plus petit de monter contre la nature & l'inclination des corps peſans.

ij. *Et dans d'autres corps,*

Si au lieu de mettre deux poids égaux dans les deux plats de la balance, on n'en mettoit qu'un d'un côté, & que de l'autre un homme prît le plat avec la main, & le tirât en bas, il pourroit ſe faire que cét homme temperât en telle ſorte la force dont il tire, qu'il ſoûtiendroit le poids oppoſé, ſans l'obliger de monter davantage, & ſans lui permettre auſſi de deſcendre; en ce cas nous concevons que la force de cette main ſeroit égale à celle du poids. Et ſi maintenant au lieu de ce même poids, ou ſuppoſoit qu'une autre main tirât de ſon côté, avec autant de force que faiſoit le poids; alors nous concevons une eſpece d'équilibre entre ces deux mains, qui tirant à forces égales chacune de

ſon

son côté, ne peuvent se surmonter l'une l'autre, & par consequent demeurent toutes-deux immobiles.

C'est donc de ces forces necessaires pour mouvoir les corps, nonobstant la résistance des forces contraires, qui agissent de leur côté pour empêcher ce mouvement; c'est, dis je, de ces forces que nous devons traiter maintenant, & c'est cette Science que nous appellons la *Statique*, qui ne convient pas seulement à la force qui se rencontre dans les corps pesans, mais aussi à tout autre effort imaginable qui peut se trouver dans les corps. Il est vray que comme il n'y a point de force qui ne puisse en quelque façon s'exprimer par la force des poids, on se sert ordinairement de l'exemple des corps pesans, pour faire entendre ce qui convient généralement à toutes sortes de forces tractives ou mouvantes. Et c'est ainsi que nous allons expliquer les loix de la Statique, en sorte que sous les mots de poids, d'équilibre, & de tout ce qui a rapport à la pesanteur des corps, nous pouvons entendre généralement les corps qui ont la force de mouvoir, qui s'empêchent, ou qui se surmontent les uns les autres.

iij. *Sont le sujet de la Statique.*

iv. *Centre de gravité.* Le *centre de gravité* ou de pesanteur d'un corps, est le point, d'où ce corps étant suspendu demeureroit en équilibre. Si l'on attache un filet au bout d'un long bâton, & qu'on le suspende, il est bien manifeste que le bâton panchera; mais si l'on attache le filet au milieu du bâton, on pourra si bien rencontrer, que le bâton étant suspendu, ne panchera plus ni d'un côté ni d'un autre, & y ayant une égale pesanteur dans les deux moitiez du bâton, il demeurera en équilibre. Et ce milieu de pesanteur, d'où le bâton supendu demeure ainsi en équilibre, est le centre de gravité du bâton.

v. *Où il est dans un corps régulier.* Si le bâton étoit tout uniforme, & parfaitement tourné en cylindre, aussi gros par un bout que par l'autre; & que de plus il fût d'une matiére qui fût par tout également pesante, alors le centre de gravité seroit le même que celuy de la figure du bâton; s'est à-dire, qu'en prenant le point du milieu de tout le bâton, on auroit aussi en ce même point le centre de gravité; puis qu'il est bien visible, que si on le suspendoit de ce point, il demeureroit en équilibre, y ayant une égale pesanteur de part & d'autre, appliquée de même maniére, comme il y auroit

roit une égale quantité de matiére.

Mais si le bâton étoit composé de diverses matiéres qui ne fussent pas également pesantes; par exemple, si une moitié étoit d'ébéne, qui est un bois fort pesant, & l'autre de sapin, qui est plus léger; alors le centre de gravité ne seroit pas au milieu du bâton, puisque la moitié qui est d'ébéne étant plus pesante, l'emporteroit pardessus celle de sapin, qui est plus légére; ainsi pour trouver le centre de gravité, il faudroit avancer dans la moitié d'ébéne.

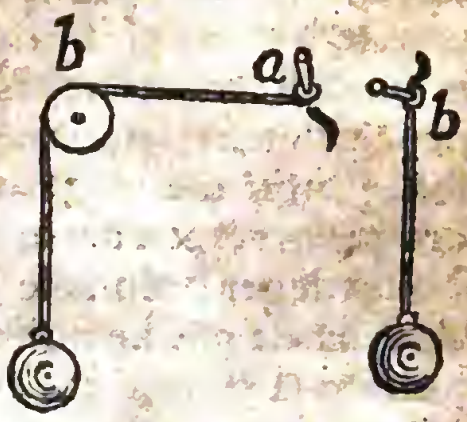
vi. *Et dans un irrégulier.*

Les corps qui sont composez de matiéres ainsi diverses en pesanteur s'appellent *héterogénes*, & ceux qui ne contiennent qu'une matiére uniforme, & par-tout également pesante, s'appellent *homogénes*.

vij. *Corps homogénes, & hétérogénes.*

La *ligne de direction* est la ligne par laquelle se fait la traction. Comme lorsque un poids *c*, étant suspendu par un filet *c b*, tire par sa pesanteur le clou *b* auquel le filet est attaché; la ligne de direction sera celle qu'on peut imaginer, passant par le clou, & allant droit en bas, telle qu'est le filet même *b c*; parce qu'en effet le poids tire pour lors droit en bas selon cette ligne. Mais si le filet passant sur une

viij. *Ligne de direction.*



poulie *b*, va prendre à un clou *a* qu'il y auroit à côté ; alors la ligne de direction, à l'égard du clou *a*, sera la ligne *a b* qui ira de côté, & non pas en bas ; parce qu'en effet le clou est tiré de côté, & non pas en bas.

IX. *Centre des graves.*

Comme l'on remarque que les corps pesans tombent toûjours en droite ligne vers le centre de la Terre, lors qu'on les laisse tomber librement ; on dit aussi que dans le centre de la Terre est le *centre des graves*, c'est à-dire, le point où tendent tous les corps pesans. De-sorte qu'il faut bien distinguer le *centre de gravité*, d'avec le *centre des graves*, ou des corps pesans.

X. *Les lignes de direction.*

Comme les lignes de direction de plusieurs corps suspendus vont droit vers le centre des graves, c'est-à-dire, vers le milieu de la Terre ; toutes ces lignes

lignes ſe coupent en ce point, & par conſequent ne ſont point paralléles entr'elles, en parlant à la rigueur; & c'eſt un paradoxe trés-veritable, que les deux murailles oppoſées dans une ſalle ſont plus épaiſſes & plus écartées l'une de l'autre au haut qu'au bas, ſi elles ſont tout unies, & faites exactement à la régle & au plomb: cela eſt vray dans la rigueur mathématique; mais cette difference eſt trop petite, pour pouvoir être remarquée par les ſens: Deſorte qu'ayant égard à ce qui eſt ſenſible, nous pouvons dire que ces murailles ſont paralléles, & d'une égale épaiſſeur par-tout. Et c'eſt ainſi que l'on peut ſuppoſer auſſi, que toutes les lignes de direction des corps que nous voyons ſuſpendus auprés de nous, ſont paralléles entr'elles.

des corps ſuſpendus ſont cenſées paralléles.

XI. *Les corps deſcendent toûjours quand ils peuvent.*

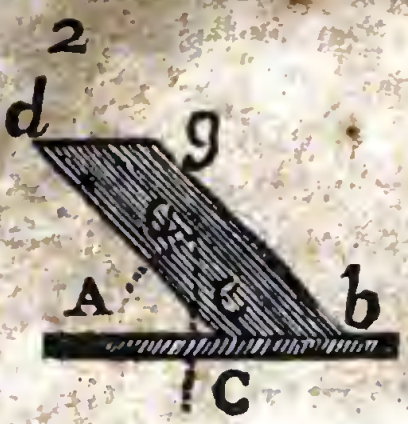
C'eſt une maxime générale, que les corps peſans deſcendent toûjours autant qu'ils peuvent; c'eſt-à-dire, qu'ils vont toûjours au lieu le plus bas, où ils peuvent aller, lors qu'ils ne ſont point arrêtez par quelque autre corps qui s'oppoſe à leur deſcente. Ainſi mettant une boule ſur le haut d'un toit, elle roulera en bas, parce qu'elle le peut, ne trouvant aucun obſtacle qui l'arrête; car ſa peſanteur la portant

toû-

toûjours en bas, il faut qu'elle y aille en cette rencontre.

xij. *Même sur un panchant.* Il en faut dire de même d'un corps plat & bien uni, qui seroit posé aussi sur un toit, ou sur un autre panchant; car ce corps plat ne trouvant rien qui l'arrête, & l'uniformité des surfaces ne l'empêchant nullement de glisser, il faut qu'il glisse jusqu'au bas.

xiij. *Un corps demeure, lors qu'il ne peut se remuer sans que son centre de gravité ne monte,* Quand on dit qu'un corps descend lors qu'il peut aller plus bas, il faut entendre cela à l'égard de son centre de gravité; car c'est ce centre qui régle tout, puisque c'est en ce point proprement que se fait le principal effort de descendre. De sorte, qu'afin que le corps se meuve, il faut que le centre de gravité puisse descendre, autrement il ne bougera point. Ainsi le corps *g b e d* de la premiére figure étant posé sur une table, nous pourrions

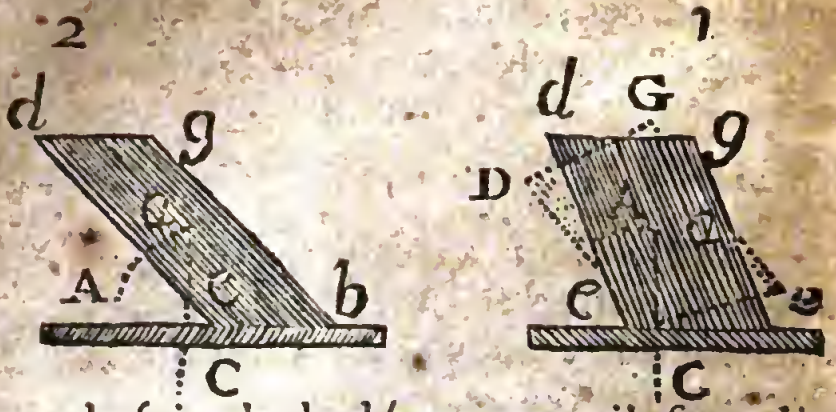


bien

bien imaginer qu'il panchât vers *D* pour tomber ; mais parce que cela ne ſe peut, ſans que ſon centre de gravité qui eſt en *a* ne ſe hauſſe vers *A*, le corps doit demeurer dans cette ſituation ſans branler.

D'où l'on voit, qu'afin qu'un corps demeure ferme ſur une table, ou ſur quelque autre appuy, que ce ſoit ; il faut que ſon centre de gravité ne puiſſe deſcendre ; & pour cela il ſuffit, lors que le corps qui ſoûtient n'eſt point incliné, que ſa ligne de direction (c'eſt-à dire, la ligne qui paſſe de ſon centre de gravité vers le centre des graves) tombe en quelque part dans la baſe même du corps. Et au contraire, ſi cette ligne tombe hors le pied, ou la baſe du corps ; ce corps trébuchera infailliblement. Ainſi le corps *a* doit tomber dans la deuxiéme figure, parce que ſon centre de gravité étant en *a*, & ſa ligne de direction *a c* tombant hors le pied *e b*, tout le corps *a* peut ſe pancher vers *A*, en ſorte qu'inſiſtant toûjours ſur le coin *e*, ſon centre *a* ſe mouvra vers *A*, décrivant une partie de cercle, dont le centre ſeroit *e* ; & comme l'on voit aiſément que le centre de gravité *a* ſeroit bien plus bas en *A*, ſans qu'il ſoit beſoin

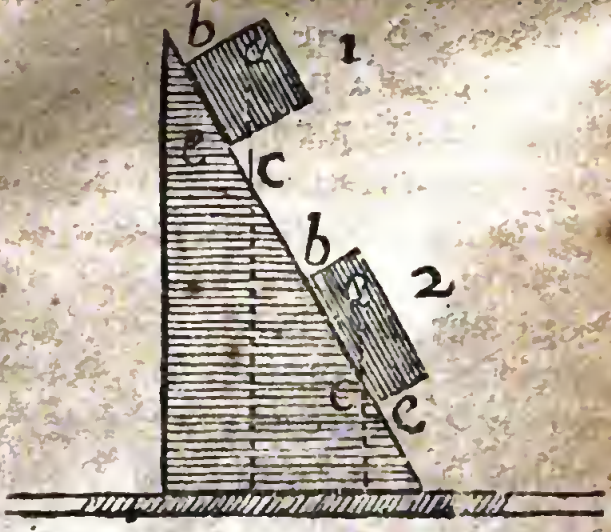
xiv. *Et lors que ſa ligne de direction paſſe par ſa baſe.*



besoin de le démontrer ; il faut dire aussi que tout le corps trébuchera. Mais dans la prémiére figure il demeurera, parce que la ligne de direction *a c* tombant au dedans du pied de ce corps *b e*, ce même corps ne sçauroit pancher ni d'un côté ni d'un autre, par exemple vers *D*, sans que son centre *a* ne montât vers *A*.

XV. *Quels corps*

L'on voit encore que si la table qui soûtient les corps est inclinée, ces



corps

corps doivent quelque fois rouler en descendant, & quelque fois glisser. Car si la ligne de direction *a c* tombe hors le pied *c b*, (dans la prémiére figure) le corps roulera; mais si elle tombe au dedans du pied, comme dans la 2. figure, le corps glissera; ce qui est assez manifeste. *gliſſent, & quels roulent ſur un pan-chant.*

Par cette raison un globe étant posé sur quelque plan que ce soit, doit perpétuellement rouler, jusqu'à ce qu'il soit arrivé à un certain point, auquel seul il peut demeurer en repos. xvi. *Un globe ſur un plan.*

Car imaginant le plan *b g* sur la Terre *d*, & tirant du centre des graves *d* une perpendiculaire *d c a* vers le plan *b g*; nous verrons qu'un globe pourra bien s'arrêter là, parce que sa ligne de direction *a c d* passera par le point *c*, sur lequel s'appuye le globe. Mais en quelque autre part que l'on se figure le globe, comme en *e* ou en *f*, il pourra

ra descendre, & rouler vers *a*, parce qu'alors sa ligne de direction *e d* ou *f d* passera hors le point d'appuy *g* ou *b*. Ainsi l'on voit la verité de ces paradoxes, qu'on ne sçauroit marcher sur un plan, sans monter ou sans descendre; qu'un homme allant toûjours vers un même endroit dans une allée toute platte, descendra quelque fois, & quelquefois montera; qu'il pourra aller si avant dans cette allée, qu'il lui faudroit enfin grimper, & qu'il ne pourroit plus se tenir.

xvij. *Un corps se soûtient d'autant plus fermement, que sa base est large.*

L'on voit encore que plus le pied des corps sera large, plus aussi les corps seront-ils fermes, & se soûtiendront plus inébranlablement; car pour les faire tomber, il faut les remuer, en sorte que leur ligne de direction vienne à sortir hors de leur pied, & alors ils tomberont de leur propre poids. Mais il est bien manifeste qu'il y aura bien plus de peine à tirer cette ligne hors le pied, quand ce pied sera fort large, que quand il sera fort étroit.

xviij. *Une aiguille ne peut se soûtenir sur sa pointe.*

Ainsi quoy-que parlant à la rigueur, une aiguille puisse se soûtenir toute droite, étant posée sur sa pointe sur une table de marbre, il n'est pas néanmoins possible qu'elle y demeure, parce que n'étant appuyée que sur

sa

sa pointe, qui est presque indivisible, le moindre effort du monde est suffisant pour l'ébranler, & pour faire sortir sa ligne de direction hors de ce pied, qui est si petit, quand elle y seroit une fois.

xix. *A cause de la perpétuelle agitation de l'air.*

Et comme l'air est dans une perpétuelle agitation, cette agitation sera plus que suffisante pour commencer à mouvoir l'aiguille, & la déterminer à tomber.

xx. *Quelques grands corps se soûtiennent, quoyque panchez ou sur une base étroite.*

Il ne faut donc pas s'étonner, si quelques tours subsistent depuis plusieurs siécles, quoy-qu'elles panchent tout d'un côté, & qu'elles semblent menacer ruïne; parce que ces tours peuvent avoir été bastïes avec cét artifice, ou bien même cela peut être survenu par quelque accident imprévû, que le centre de tout le fais de ces grandes masses s'appuye directement sur leur pied. De même, il ne faut pas s'étonner, si cét Obelisque prodigieux de Rome se soûtient inébranlablement sur son piedestal, sans y être autrement cimenté que par son propre poids: car quoyque son pied soit fort étroit en comparaison de sa hauteur, cette masse néanmoins est si lourde, & d'un poids si énorme, qu'il n'y a violence de vent assez forte pour l'ébran-

branler ſuffiſamment, & pour faire ſortir ſa ligne de direction hors de ſa baſe.

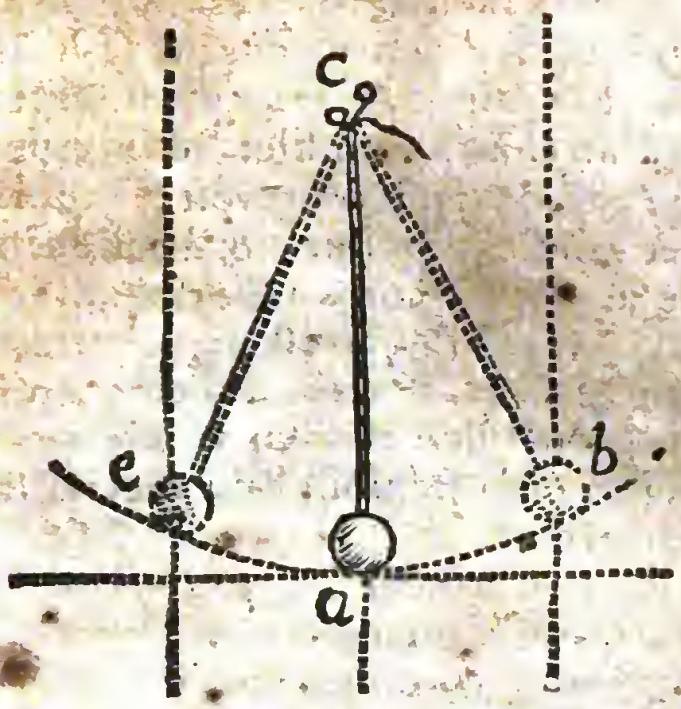
xxi. *Loix de Méchanique obſervées par les animaux & par les Peintres.*

Cette loy méchanique que je viens d'expliquer, s'obſerve exactement dans tous les effets de la Nature; mais il y a quelque choſe d'admirable dans la maniére dont tous les animaux en uſent, pour ſe ſoûtenir, & s'empêcher de tomber, de quoy nous parlerons en un autre endroit. Cependant, il faut remarquer généralement, que tout animal, en quelque poſture qu'il ſoit, eſt tellement diſpoſé, que ſa ligne de direction paſſe entre ſes pieds ou les mains qui le ſoûtiennent; & ſi les Peintres & les Sculpteurs n'ont égard à cette régle, ils ſe rendent ridicules, & donnent aux animaux des poſtures qu'ils ne ſçauroient avoir.

xxij. *Les corps ſuſpendus demeurent en repos, quand?*

Les corps qui ſont ſuſpendus demeurent en repos, lors que leur ligne de direction paſſe par le point d'ou ils ſont ſuſpendus; & ſi on les tire de là, ils y reviennent d'eux-mêmes par leur propre poids. Par exemple, ſi le corps *a* eſt ſuſpendu au clou *c*, ſa ligne de direction étant *c a*, il demeurera là; mais ſi on le tire vers *c*, ou vers *b*, il pourra deſcendre vers *a*; puis qu'il eſt bien viſible que dans l'arc *c a b*, dans

lequel



lequel se mouvroit le corps suspendu, le point le plus bas est *a*, & par consequent le corps descendra vers ce point.

Nous devons faire réflexion qu'un corps ne change point en soy de pesanteur, pour changer de figure, ou de situation. Ainsi une masse de plomb qui pése une livre lors qu'elle est ronde, pésera encore une livre lors qu'elle sera quarrée, soit qu'elle regarde le Midi ou l'Orient. Et si l'on posoit cette masse de plomb dans le plat d'une balance, on trouveroit toûjours le même poids. Et de même, l'effort qu'elle feroit étant suspenduë librement

xxiij. *Un corps ne change point de pesanteur, pour changer de situation ou de figure.*

ment à un clou par un filet, seroit toujours le même, quelque figure & quelque situation qu'elle puisse avoir.

XXIV. *Un corps suspendu par un filet ou par une verge roide, tire également.*

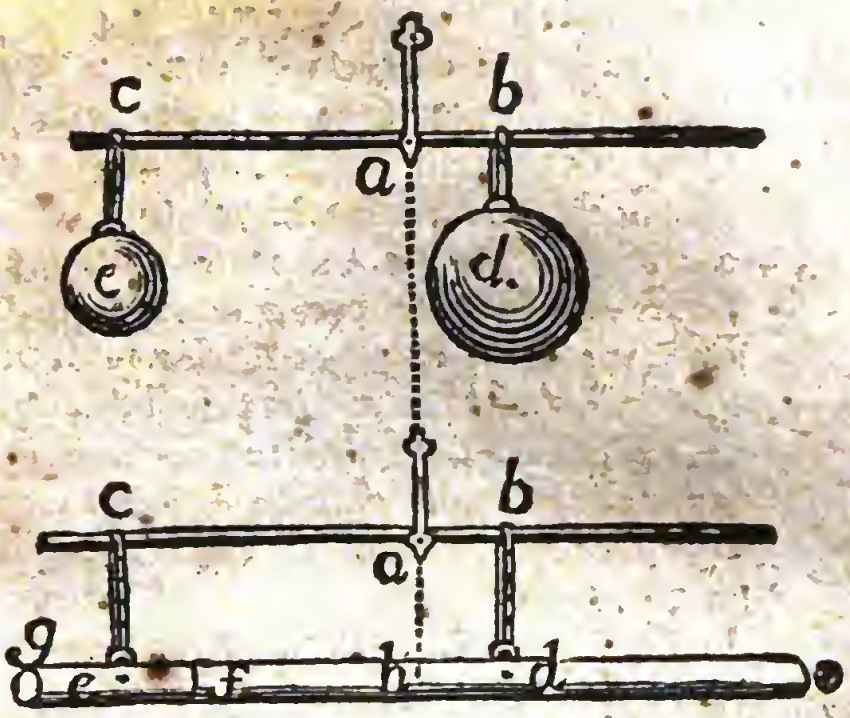
Aprés avoir imaginé un poids suspendu à un clou par un filet, & en repos, nous devons aussi concevoir, que si ce filet venoit à se roidir, & à faire comme un même corps inflexible avec le poids, l'effort qui est fait à tirer le clou ne se changeroit nullement pour cela; puis qu'il est bien visible que la roideur ou la flexibilité du filet ne fait rien en cecy.

Voicy maintenant la plus importante proposition de la Statique.

XXV. *Proposition fondamentale de la Statique,*

Deux poids suspendus des deux côtez d'une balance demeurent en équilibre, lors que les longueurs des bras de la balance d'où les poids sont suspendus, sont en raison réciproque des poids. Je m'explique. Imaginons un bâton *b e* (fig. 1. pag. suiv.) qui ait une anse ou un filet au milieu *a*, duquel on puisse le tenir & le suspendre comme une balance; soient de plus les deux poids *d* & *e* suspendus par les points *b* & *c*, en sorte que le poids *d* au poids *e* soit réciproquement comme la longueur *a c* à la longueur *a b*; c'est-à-dire, que si le poids *d* est double du poids *e*, la longueur *a e* soit

aussi

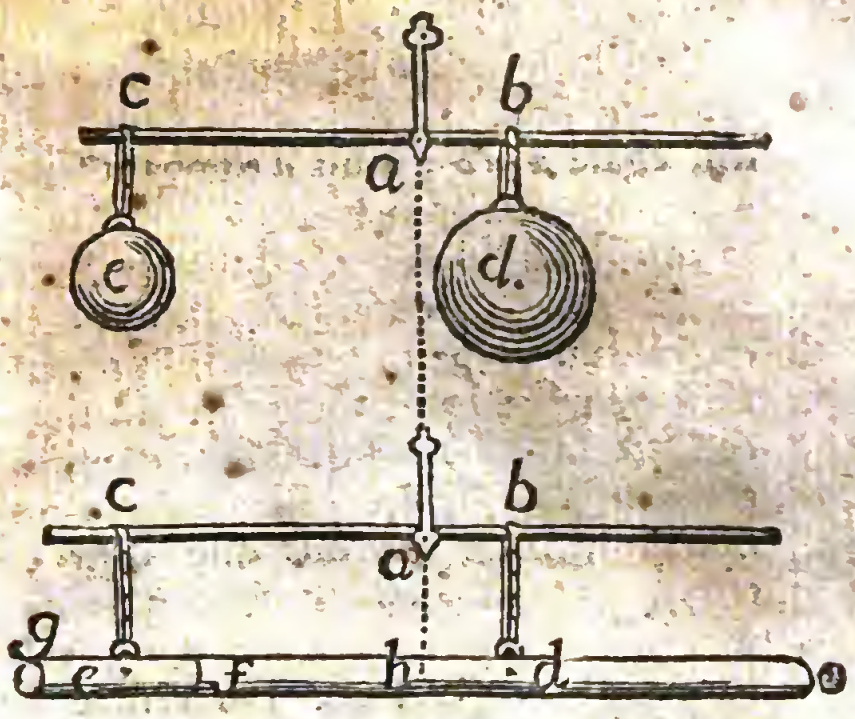


auſſi double de la longueur *a b*; ou bien ſi le poids *d* eſt triple du poids *e*, la longueur *a c* ſoit auſſi triple de la longueur *a b*; ou bien enfin que quelque raiſon qu'ait le poids *d* à l'égard de *e*, la longueur *a c* ait auſſi la même raiſon à l'égard de la longueur *a b*; je dis que les deux poids *d* & *e* ſeront en équilibre. XXVI. *Démonſtration.*

Pour démontrer cette propoſition, nous pouvons imaginer que les poids *d* & *e* changent de figure, & qu'ils ſont tous-deux rallongez, en telle ſorte que tout le poids *d* ſoit étendu dans la figure *o f* (fig 2.) deux fois auſſi longue que *a c*, afin que demeurant toûjours ſuſpendu par *b*: ſa moitié *d f*

soit égale à *a c*. De même, le poids *e* soit rallongé dans la figure *g f* deux fois aussi longue que *a b*, afin que demeurant toûjours suspendu par le même point *c*, sa moitié *e f* soit égale à *a b*. Ainsi ces deux poids rallongez de la sorte se toucheront dans *f*, puisque leurs moitiez *e f* & *d f* sont ensemble égales aux deux bras de la balance *a b*, *a c*: c'est-à-dire, à toute la longueur *b c*, ou bien à *d e*, qui est égale à *b c*; parce que je suppose ici que *d e* est parallèle à *b c*; & que d'ailleurs les lignes *b d* & *c e* sont censées aussi paralléles (10.)

xxvij. *Démonstration.* D'ailleurs, comme nous pouvons supposer que ces deux poids sont d'une matiére homogéne & également pesante, il faut qu'étant ainsi rallongez, ils se trouvent de même grosseur, & qu'ils fassent tous-deux ensemble un prisme, ou comme un bâton tout uniforme. Car puisque tout le poids *o f* est à tout le poids *f g*, comme *a c* à *a b*, par l'hypothése, ou comme la longueur *o f* (double d'*a c*) à la longueur *f g* (double d'*a b*:) il faut que suivant les régles de la Géométrie des solides, l'épaisseur de ces deux prismes soit égale; parce que c'est une régle générale, que les prismes de même épaisseur sont entr'eux comme leurs



leurs longueurs ; & de même, que les prifmes qui ſont entr'eux comme leurs longueurs, ſont de même épaiſſeur. Ainſi donc les deux priſmes *o f* & *f g* étant entr'eux comme leurs longueurs *o f*, *f g* ; il faut qu'ils ſoient de même épaiſſeur, & qu'ainſi ils faſſent un priſme total, ou comme un baton uniforme.

xxviij. *Démonſtration*

Maintenant en conſiderant ce priſme total comme un poids unique & continu ; nous trouverons que ſon centre de gravité devra être en *h*, que je ſuppoſe le point du milieu de tout le corps *o g*. (5). Or ce point *h* eſt perpendiculairement au deſſous du point *a* ; parce que toute la longueur *o g*

étant double de *b c*, ſa moitié *o h* ſera égale à la même *b c*: & d'ailleurs *o d* étant égale à *a e*, il faut auſſi que *d h* ſoit égale à *a b*; ainſi *d* tombant ſous *b*, *b* tombera auſſi ſous *a*.

xxix. *Démonſtration.*

Imaginant donc que tous les filets ſe roidiſſent, & conſiderant *o d b c e g* comme un corps unique & infléxible, en ſorte néanmoins que toute la balance *b c* & les filets roidis ſoient conſiderez comme s'ils n'avoient aucune peſanteur; nous verrons que tout ce corps ſuſpendu par l'anſe *a* doit demeurer en repos, puiſque ſa ligne de direction *a h* paſſé par ſon centre de gravité *h*, & par le point de ſuſpenſion *a*. (22.) Donc auſſi les filets ſe ramoliſſant, & devenant fléxibles, le tout demeurera en repos comme auparavant; (24.) comme encore ſi nous concevons que le corps eſt diviſé en *f*, puis qu'auſſi bien le poids *f g* demeurera en la même ſituation, étant ſuſpendu par ſon milieu & par ſon centre de gravité *e*, comme feroit auſſi le corps *o f*, qui eſt toûjours ſuſpendu par ſon centre de gravité *d*. Donc enfin imaginant que ces poids *o f*, *f g*, ſont raccourcis & remis dans la premiére figure qu'ils avoient d'abord (dans la 1 fig.) ils demeureront auſſi en repos, puiſque chacun étant toûjours

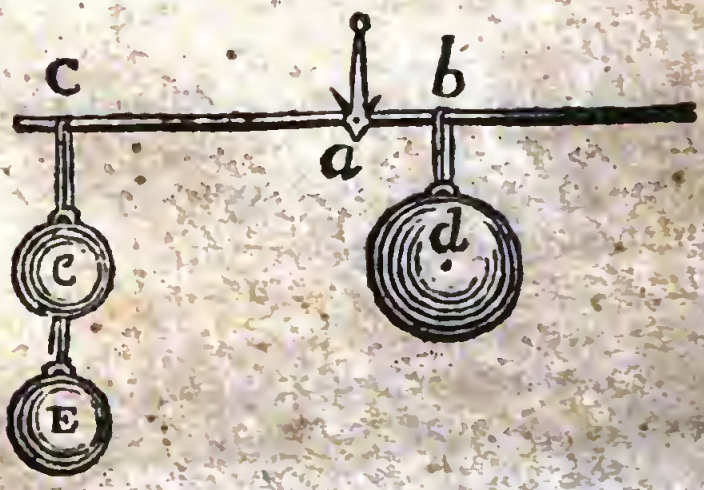
jours ſuſpendu du même point de la balance *b* ou *c*, tire de ſon coté de même maniére en quelque figure qu'il ſoit mis; (23.) & par conſequent ces deux corps demeurant ainſi en repos, ils ſont en équilibre; ce qu'il falloit démontrer.

XXX. *Remarque ſur la démonſtration d'Archiméde.*

Ceux qui ont quelque connoiſſance de ce que diſent ſur ce ſujet les Interprétes ou les Commentateurs d'Archiméde, pourront remarquer que dans la démonſtration que je viens de faire on évite toutes les difficultez auſquelles eſt ſujette la démonſtration ordinaire.

XXXI. *La longueur*

On peut faire là-deſſus pluſieurs réfléxions importantes. Comme qu'il n'importe de rien que les poids ſoient



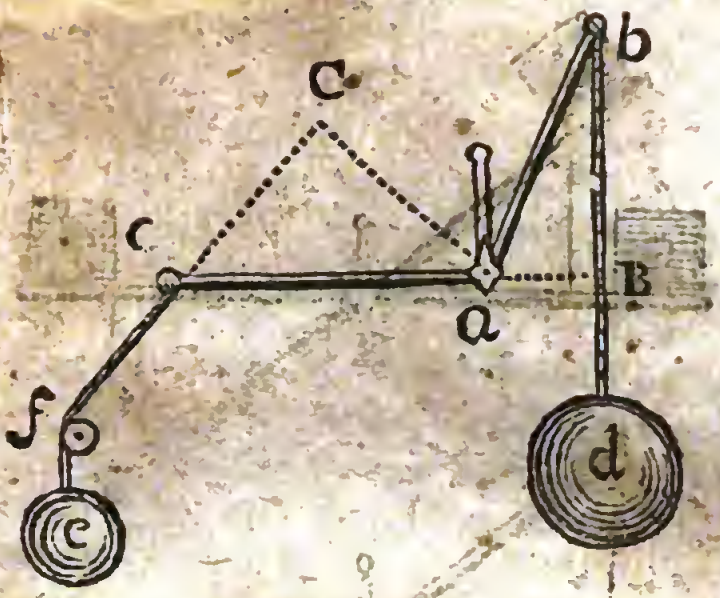
des filets d'où pendent les poids ne fait rien

ſuſpendus par des filets plus longs ou plus courts ; car il eſt bien manifeſte, que ſi le poids *e* ſuſpendu par le filet *c e* eſt en équilibre contre le poids *d* ; il le ſera auſſi étant ſuſpendu par le filet *c E*. Car quoy qu'il y ait quelque ſujet de douter ſi les corps péſent plus, lors qu'ils ſont plus proche de la Terre ; néanmoins, outre que cette difference qui ſe pourroit trouver dans ces petits filets eſt inſenſible, nous ſuppoſons que le même poids (& non pas ſeulement le même corps) qui étoit appliqué en *e* eſt maintenant appliqué en *E* ; & en ce cas, il eſt manifeſte qu'il tirera avec le même effort le point *c*.

xxxij. Comment ſe prend la longueur des bras de la balance.

De plus, on peut remarquer que le bras de la balance, d'où le poids eſt cenſé ſuſpendu, ſe doit prendre en une ligne perpendiculaire à la ligne de direction. Par exemple, ſi le bras de de la balance *b a* eſt recoudé, il faut imaginer la ligne horizontale *a B*, qui va rencontrer perpendiculairement la ligne de direction *b d* en *B*, & alors le poids *d* ſera cenſé ſuſpendu du point *B*, & le bras ſera ſeulement *B a*. De même, ſi le poids *e* tire un peu de côté par le moien d'une poulie *f*, continuant la ligne *f c* C, & tirant

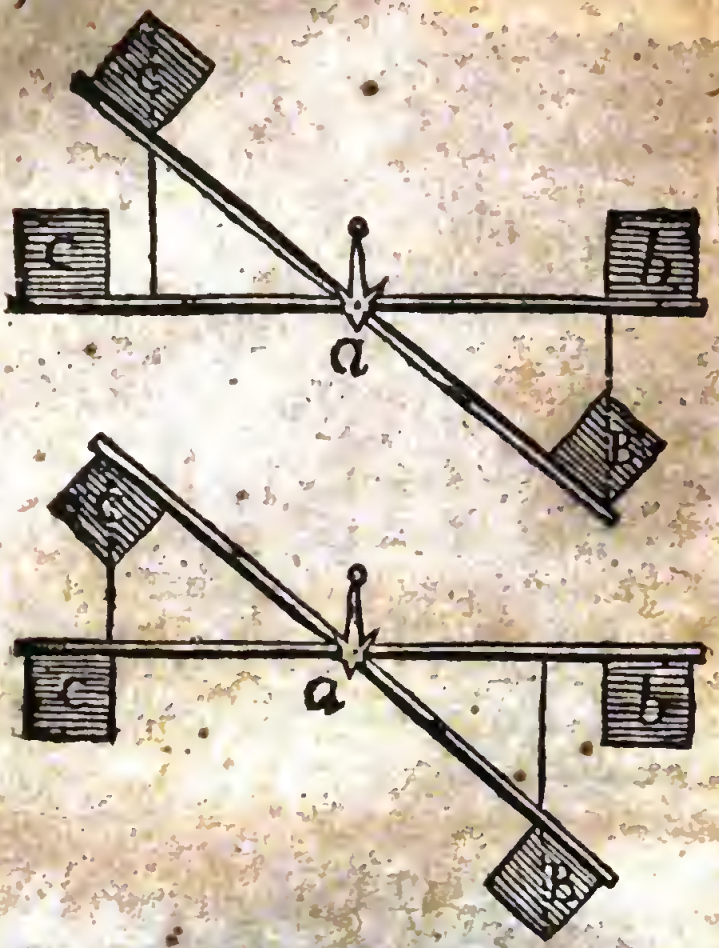
a C



a C perpendiculaire, le bras de la balance sera censé *a* C; & non *a c*. De sorte que la longueur du bras se doit prendre depuis le centre de la balance jusqu'à l'endroit où la perpendiculaire coupe la ligne de direction du poids. Par exemple, ici les longueurs des bras sont *a B* & *a* C, & non pas *a b* & *a c*; ainsi les poids *d* & *e* seront comme *a* C & *a B*.

On peut encore remarquer, que si les poids étant appuyez sur la balance, sont en équilibre; d'abord qu'on inclinera tant soit peu la balance d'un côté, le poids qui se trouvera de ce côté l'emportera, & fera entiérement trébucher la balance; parce que dans le biais de la balance, la ligne de di-

xxxiij. *Cas où une balance se remet d'elle-même dans son équilibre.*



rection B tombera plus loin d'*a*, & la ligne C tombera plus prés du même *a*. Au contraire, si les poids sont attachez en dessous ; quoy-qu'on fasse incliner un peu la balance, elle se remettra incontinent dans la situation horizontale ; parce que dans le biais de la balance, la ligne de direction *B* tombe plus prés d'*a*, & la ligne *C* tombe plus loin, ainsi C l'emporte.

xxxiv. *Balan.* Il est aisé aussi de voir qu'on peut faire

faire des balances trompeuſes en pluſieurs maniéres. Car ſi les bras de la balance ſont d'inégale longueur, les deux plats faiſant équilibre étant vuides, pourront encore demeurer en équilibre, en y mettant des poids inégaux, Ainſi mettant une piſtole légére dans le plat qui eſt ſuſpendu au plus long bras, on croiroit qu'elle eſt de poids; mais on évite cette tromperie, en échangeant la ſituation, & en tranſportant la piſtole à l'autre plat où étoit auparavant le poids, & le poids à celuy où étoit la piſtole. De même ſi les plats ſont ſuſpendus par des cordons, dont les bouts ſoient un peu plus bas que n'eſt le centre de la balance; elle demeurera en apparence en équilibre, quoy qu'il puiſſe y avoit plus de poids d'un coté que de l'autre.

ces trompeuſes.

Enfin on peut remarquer l'induſtrie merveilleuſe de la Nature, & l'uſage qu'elle fait des régles de l'équilibre: dans la compoſition du corps des animaux, dans leur conſiſtance & dans leur mouvement; car elle a tellement fait le corps des animaux, que les pieds étant comme le centre de la balance; ou l'appuy du levier, il y a de tous cotéz un poids égal. Et c'eſt pour cela que toutes les parties qui ſont doubles,

XXXV. *Loix de l'équilibre obſervées dans les animaux.*

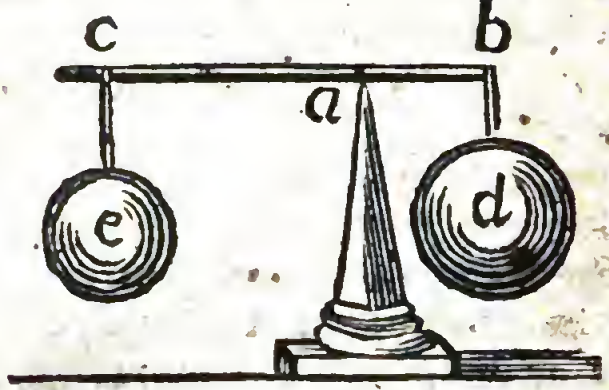
ſont l'une d'une côté, l'autre de l'autre également éloignées du milieu, comme les bras, les oreilles, les yeux, les reins; & les parties qui ſont ſimples, ſont au milieu, comme le nez, la bouche, le menton: ou ſi elles ne ſont pas au milieu, il y a quelqu'autre partie de l'autre côté qui les contrebalance, comme le foie & la rate, le cœur & les poulmons. De même, s'il y a par le devant des parties qui ſoient extraordinairement peſantes, il ne manque pas d'y avoir par le derriére d'autres parties qui ſont le contrepoids, & Galien a fait une belle remarque ſur ce ſuiet. De plus, la Nature a fait les animaux en telle ſorte, que dans toutes leurs poſtures, ils entretiennent leur équilibre, en diſtribuant toûjours également de part & d'autre tout le poids de leur corps. Ainſi ceux qui ont un gros ventre ſe panchent en arriére; au contraire, ceux qui ſont boſſus, ou qui portent quelque fardeau ſur le dos, ſe courbent en devant. Quand nous nous baiſſons pour ramaſſer quelque choſe à terre, nous reculons un pied, ou du moins toutes les feſſes; car autrement nous tomberions, y ayant plus de poids ſur le devant: d'où vient qu'on

ne

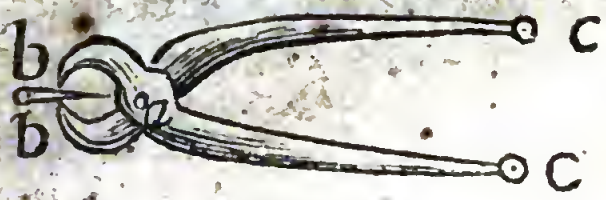
ne ſçauroit rien amaſſer à terre une peu avant, lorſque l'on met les talons joignant contre une muraille. De même, quand nous trébuchons, & que nous panchons d'un côté ſur le point de tomber, nous étendons incontinent le bras ou la jambe de l'autre côté, afin que le bras ou la jambe étant ainſi éloignée au delà des pieds ou de la ligne de direction, ils ayent plus de force pour contrebalancer le reſte du corps. Cét équilibre paroît encore dans les oiſeaux qui volent; car leurs ailes ſervant d'appuy & de centre, il y a toûjours un poids égal de part & d'autre. Ainſi les oiſeaux qui ont un long col, ont auſſi de longues jambes, qu'ils érendent en arriére en volant, comme les cigognes. Quand les oiſeaux veulent s'élancer en haut, ils avancent les ailes pour les faire aller vers la tête, afin qu'y ayant plus de poids vers la queuë, la rête ſe hauſſe un peu, & ſoit dirigée en haut, ou doit ſe faire le mouvement. Au contraire, quand ils veulent fondre en bas, ils retirent leurs ailes en arriére, afin que la tête panchant ſur le devant, tout le mouvement ſe faſſe en bas. Il y a mille réflexions ſemblables, que chacun peut faire aiſément

& avec plaiſir, pour peu d'attention qu'il y apporte.

XXXVI. *Levier ou balance appuyée.* Le même effet de la balance paroîtroit encore, ſi au lieu de ſuſpendre la



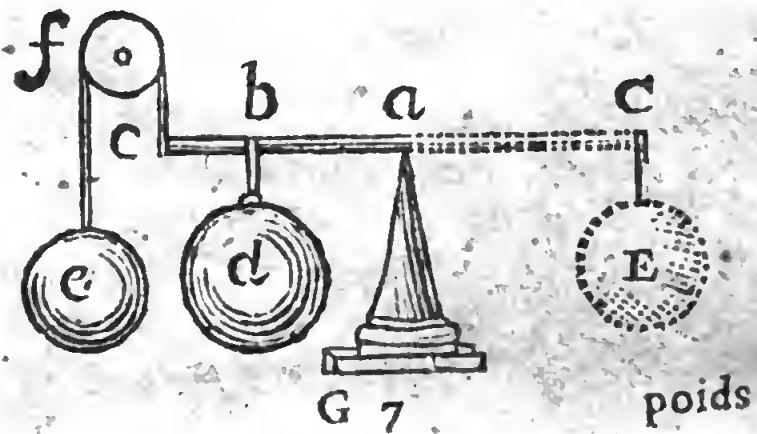
balance, elle étoit appuyée ſur quelque pointe, ſur laquelle elle pût librement ſe balancer. Et alors, on l'appelle plus proprement, *Levier*, que balance.



Par

Par là on peut rendre raiſon de la force des ciſeaux, des pincettes, des tenailles, & de ſemblables machines. Car ſe ſont autant de leviers, ou plûtôt dans chacun de ces inſtrumens il y a une partie de leviers, dont le centre eſt le clou *a* qui les lie enſemble; & comme les branches qu'on tient à la main, ſçavoir *a c*, *a c*, ſont plus longues que ne ſont les ſerres *a b*, *a b*; auſſi la force qu'on applique à ces branches *e c*, a un grand effet. xxxvij. *Force des ciſeaux, tenailles, pincettes.*

Le Levier peut avoir ſon appuy dans une extrémité. Par exemple, imaginons une parre *c a* appuyée par l'extrémité *a*; & à l'autre extrémité *c* ſoit une corde, qui paſſant par deſſus une poulie *f* ſoit attachée au poids *e*, qui fera effort pour faire hauſſer le point *c* de la barre. Dans un autre point *b* de la même barre, ſoit ſuſpendu les xxxviij. *Levier appuyé à ſon extrémité.* Figure ſuivante.

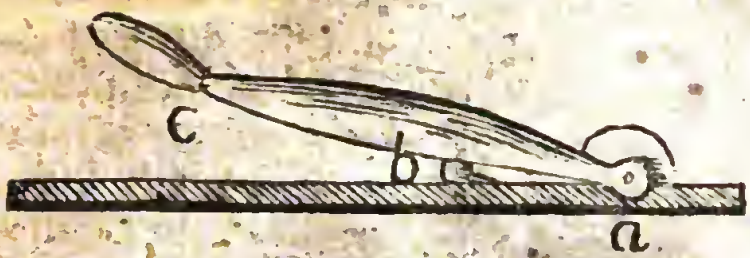


 poids

poids *d*, qui fera effort oour abaiſſer ce même point *b* de la barre. Voilà donc deux efforts contraires, Si ces deux efforts demeurent en équilibre ſans ſe ſurmonter l'un l'autre, ils ſeront en raiſon réciproque de leurs diſtances ; c'eſt-à-dire, que comme la longueur *c a* eſt à la longueur *b a*, ainſi ſera le poids *d* au poids *e*. Car imaginant que la barre eſt prolongée juſqu'en C, en ſorte que *a* C ſoit égal à *a c* ; & ſuppoſant que le poids *E*, égal au poids *e*, ſoit ſuſpendu de C ; ce poids *E* ſera autant d'effort pour abaiſſer le point C, & par conſequent pour hauſſer le point *c*, que le poids *e* en ſait pour hauſſer ce même point *c*. Ainſi au lieu d'appliquer le poids *e* en *c*, on peut l'appliquer en C, où il demeurera en équilibre contre le poids *d* ; & par conſéquent (25.) ſera avec luy en raiſon réciproque des diſtances *a* C, *a b*.

xxxix. *Force d'une ſorte de couteau*

Ainſi l'on voit la force de ces ſortes de couteaux, qui ſont attachez par un bout, comme l'on peut remarquer dans la figure ſuivant. Car la piéce étant appliquée en *b* proche du bout *a* ; la force de la main en *c* aura d'autant plus d'effet, qu'elle ſera plus éloignée d'*a* que ne l'eſt la piéce *b*. De même on voit qu'une porte ſerrera avec une grande

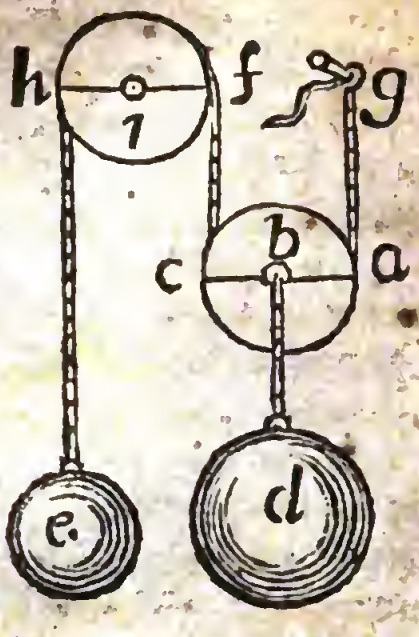


grande force, ce qui se trouvera proche des gonds ; & qui s'il y a deux hommes qui fassent effort, l'un pour ouvrir, l'autre pour fermer une porte, leur adresse consistera à s'appliquer le plus loin des gonds qu'il se pourra. De même on voit que nous avons plus de force à mordre entre les dents du fond des machoires, qu'avec celles de devant la bouche; parce que les machoires se meuvent comme autour d'un centre, qui est vers le fond des machoires.

Soit une corde attachée à un clou fixe *g*, passant pardessous une poulie *a c*, & puis repassant pardessus une autre poulie fixe *f h*; & soient les deux poids *d* & *e* suspendus, l'un par le centre de la poulie *b*, & l'autre par le bout de la corde : ces deux poids font effort l'un contre l'autre; & s'ils sont en équilibre, le poids *d* sera double de *e*. Car il faut considerer la poulie *a c*, comme un levier appuyé sur l'extrémité *a*; & en effet, au lieu de la poulie

XI. *Des Poulies.*

Figure suivante.



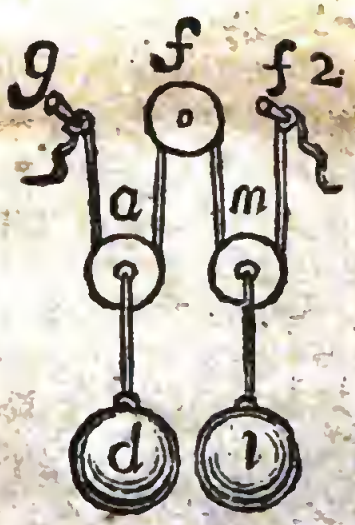
lie imaginons une barre *a c* attachée par l'extrémité *a* à la corde *g a* ; en ſuite une autre corde à l'autre extrémité *c*, par où l'on tire en haut, ou immédiatement par une main, ou par le moyen d'une poulie *f h*, & d'un poids *e*. Que ſi maintenant on ſuſpend le poids *d* du milieu de la barre, il eſt clair (38) que la force appliquée en *c* contrebalançant à la force appliquée en *b*, ne ſera que la moitié de *d*. Or il n'importe de rien que ce levier *a c* ſoit une barre étroite ou large, ronde ou quarrée, ce peut donc être une piéce toute ronde comme une poulie. Il n'importe de rien non plus que la corde ſoit attachée en *a*, ou qu'elle ſe re-

plie

plie par deſſous, pour remonter par c vers *f*; ainſi cette poulie eſt un levier, dont l'appuy eſt au côté *a*. Pour ce qui eſt de la poulie *f*, elle n'augmente ni ne diminuë en rien la force; parce que nous ſuppoſons qu'elle eſt attachée par ſon centre *i*, autour duquel elle tourne. Ainſi c'eſt une balance qui a ſes deux bras égaux *if*, & *ih*; de ſorte que la force appliquée en *h* par le poids *e* pour tirer en bas le point *h*, aura le même effet que ſi elle étoit appliquée en *f* pour tirer en haut le point *f*.

Soit la corde attachée par un bout

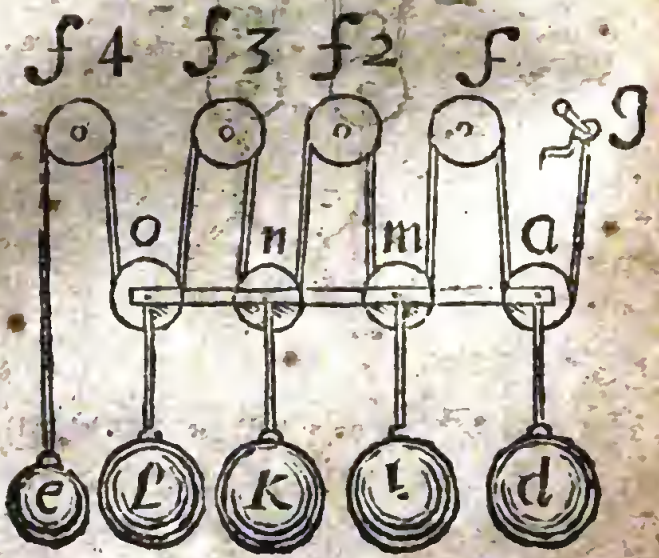
xli. *Equilibre dans les poulies.*



au clou *g*; & par l'autre au clou *f* 2. paſſant par les trois poulies *a*, *f*, *m*, dont *f* à ſa cheville fixe; les autres deux ſont ſoûtenuës par la corde. Soient

Soient de plus les deux poids *d* & *i* égaux, pendus par les deux poulies *a* & *m*: je dis que ces deux poids seront en équilibre, & que le moindre effort suffira pour faire monter l'un, en tirant l'autre en bas; cela est assez manifeste. Et la même chose arriveroit, quand il y auroit un plus grand nombre de poulies *a*, *m*, *n*, *o*, &c. suspenduës par une même corde, qui iroit repasser par autant de poulies *f*, *f* 2, *f* 3, *f* 4, *&c.* lesquelles auroient leurs chevilles fixes; car alors tous les poids *d*, *i*, *k*, *l*, *&c.* étant égaux entr'eux; ils seroient en équilibre, & pourroient au moindre effort monter ou descendre.

Si à l'extrémité de la corde on atta-



che

che le poids *e*, qui ne soit que la moitié d'un des poids *l*, *k*, *&c.* ce seul poids *e* soûtiendra en équilibre tous les autres poids *l*, *k*, *i*, *d*, quelque grand qu'en puisse être le nombre. Car si la corde étoit fixement attachée en *f* 3, il seroit en équilibre avec *l*, (40.) mais *k* & *l* étant en équilibre par la précédente, ils tirent également de part & d'autre pour faire tourner la poulie *f*; chacun de son côté. Ainsi leur effort étant égal, la poulie demeure immobile, comme si elle étoit fixement attachée. De sorte que la corde *o f* 3 peut être censée fixement attachée en *f* 3; car en effet les autres poids *k*, *i*, *d*, n'agissent pas plus sur elle pour la tirer, que si leurs poulies étoient entierement immobiles, & que les cordes fussent attachées en *f* 3, *f* 2, *&c.* Or si ces cordes étoient ainsi atachées, le poids *e* leroit en équilibre avec le poids *l*, (40.) donc il l'est aussi, encore que la corde passe librement pardessus les poulies *f* 3, *f* 2, *&c.* ainsi le moindre effort qui pousseroit *e* en bas, suffiroit pour faire monter *l*.

xlij. *Des Mouffles, ou des Poulies multipliées.*

Pensons maintenant que tous ces poids *l*, *k*, *i*, *d*, ont entr'eux une telle connexion, que dèslors qu'un se hausse, les autres aussi se doivent haus-

xliij. *Forces des poulies séparées.*

hauſſer; ce qui ſe peut entendre, ſi nous imaginons que les poulies ſont liées par une barre qui traverſe : ou bien qu'elles ſont toutes renfermées dans une caſſette. Alors il n'y aura pas plus de peine à lever tous ces poids, qu'à lever le prémier; parce qu'étant tous en équilibre, ils ne font aucune réſiſtance à monter ou à deſcendre, comme nous avons montré (41.) Ainſi ſuppoſé qu'*e* eût la force de faire monter le prémier poids *l*, au cas que ce poids *l* fût ſeul, ou que toutes ces poulies *f* fuſſent immobiles, il l'auroit auſſi pour faire monter tous les autres poids *k*, *i*, *d*, puiſque ceux-cy ne ſont contez pour rien, ne faiſant aucune nouvelle réſiſtance; de ſorte que toutes ces poulies *o*, *n*, *m*, *a*, étant ainſi attachées dans une caſſette, auſſi-tôt qu'une de ces poulies *o* montera, les autres monteront auſſi ſans réſiſtance, & par conſéquent feront monter les poids qui lui ſont attachez.

XLIV. *Forces des poulies jointes enſemble.*

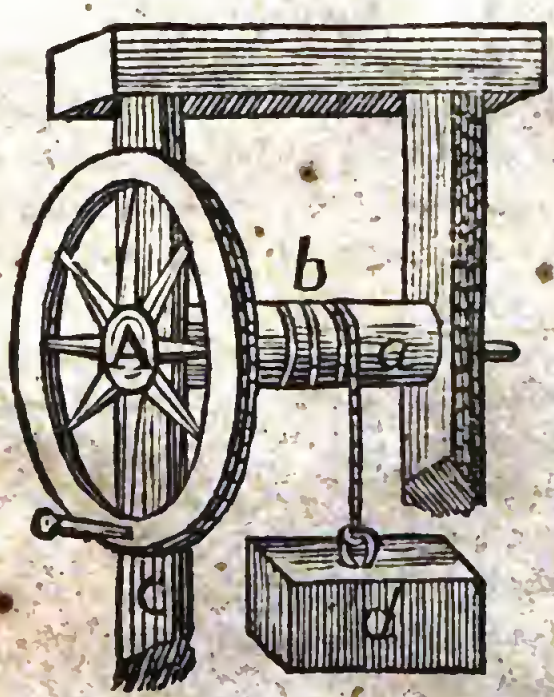
Que ſi enfin l'on imagine que tous ces poids *l*, *k*, *i*, *d*, ſont ramaſſez en un ſeul poids, on voit bien qu'ils ne feront pas plus de réſiſtance étant ainſi unis; & qu'ainſi un petit poids *e* en pourra ſoûtenir en équilibre un incomparablement plus grand ſoûtenu

pa

par le moyen de plusieurs poulies disposées de la maniére qui vient d'être décrite.

Il est aisé de remarquer que la proportion des forces qui se tiennent en équilibre dans les poulies, est comme l'unité au double du nombre des poulies suspenduës; comme icy y ayant quatre poulies *a*, *m*, *n*, *o*, le poids *e* d'une livre soûtiendra en équilibre un poids total *d i k l* de huit livres; & un seul homme tirant la corde par *e*, résistera à huit hommes, qui tireroient la cassette *a o* des poulies. xlv. *La force est comme l'unité au double du nombre des poulies suspenduës.*

Soit la rouë *A C*, son aissieu *A a*, xlvi. *De*



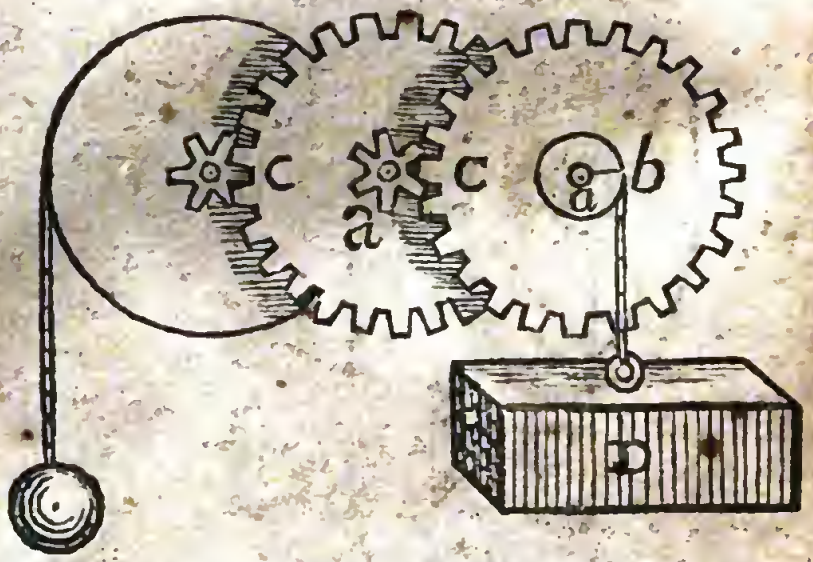
autour

l'aiſſieu d'une rouë.

autour duquel eſt roulée une corde qui porte le poids *d*. Une main eſt appliquée à la manivelle C, pour tourner la rouë, & faire monter le poids *d*. Comme la main eſt appliquée à une grande diſtance du centre *A*, ſçavoir C *A*, & que le poids au contraire eſt appliqué à une petite diſtance du centre *a*, ſçavoir *b a*; une petite force en C contrebalancera à une grande en *b*; & les deux forces qui ſe tiendront en équilibre, ſeront comme C *A* à *b a*, c'eſt-à-dire comme la grandeur ou le diamétre de la rouë à la grandeur ou au diamétre de l'aiſſieu.

xlvij. *Des rouës à dents.*

Par le moyen des rouës à dents, on augmente prodigieuſement la force; car ſi la prémiére rouë a ſon demi diamétre *a c* ſix ou dix fois auſſi grand



que

que ſon aiſſieu *a b*; une force d'une livre appliquée en *c* contrebalancera le poids *D* de ſix ou de dix livres. Mais ſi cette prémiére rouë engraine dans le pignon (a) d'une deuxiéme rouë, en ſorte que cette deuxiéme rouë ſoit auſſi ſix ou dix fois plus grande que ſon pignon; une force d'une livre appliquée en C à la circonférence de la deuxiéme rouë, fera autant qu'une force de ſix ou de dix livres, qui ſeroit appliquée au pignon (a); & cette même force de ſix ou de dix livres du pignon (a) s'appliquant à la circonférence de la prémiére rouë C, fera autant qu'une force encore ſix ou dix fois plus grande appliquée en *b*. Ainſi une livre en C contrebalancera à trente-ſix ou à cent livres en *b*. Que ſi on ajoûte une troiſiéme, ou une quatriéme rouë, qui ayent auſſi leurs diamétres ſix ou dix fois auſſi grands que leurs pignons, la force multipliera toûjours par ſix ou par dix; en ſorte qu'une livre *e* appliquée à la circonférence de la quatriéme rouë, contrebalancera à mille deux cens quatre-vingt-ſeize, ou à deux mille livres appliquées en *b*.

On voit bien qu'en multipliant les rouës, on pourroit lever un fardeau auſſi

xlviij. *Machine pour*

enlever la Terre.

auſſi lourd que toute la Terre, ſi l'on pouvoit arrêter la machine en quelque part, & avoir des cables aſſez forts. Et qu'ainſi ce n'étoit pas une propoſition faite en l'air, & ſans raiſon, que celle d'Archiméde, de qui l'on rapporte qu'il demandoit un point hors de la Terre, pour l'enlever toute entiére de ſa place.

xlix.

La force dans les rouës eſt multipliée comme leurs tours.

Afin que les rouës puiſſent joüer, il faut néceſſairement que les dents de chaque pignon ſoient égales aux dents de la rouë qui y engraine; les entre-deux des dents doivent auſſi être égaux: ainſi le nombre des dents des pignons & des rouës ſera toûjours proportionel à leurs grandeurs; & ſi la rouë eſt dix fois plus grande que le pignon, elle aura dix fois plus grand nombre de dents, & par conſequent le pignon fera dix fois plus de tours que la rouë. De-ſorte que pour meſurer la force des rouës, il ne faut que ſçavoir le nombre des dents, & voir combien de tours fait un pignon, lorſque la prémiére rouë fait un tour. Par exemple, ſi l'on trouve ici que le pignon de la troiſiéme rouë fait trente-ſix tours, quand l'aiſſieu *a b* de la prémiére rouë en fait un, on doit conclure qu'une livre appliquée au pignon

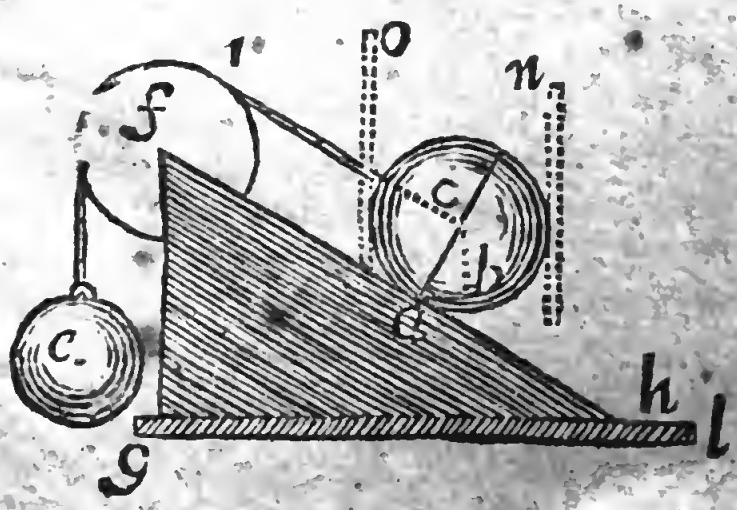
de

de la troiſiéme rouë contrebalanceroit à trente-ſix livres appliquées à l'aiſſieu *b*; & ſi une livre eſt appliquée à la circonférence de la troiſiéme rouë, qu'on ſuppoſe encore ſix fois plus grande que ſon pignon, elle aura encore ſix fois plus de force, & contrebalancera à deux cens ſeize livres penduës par *b*.

I. *Du plan incliné.*

Soit *le plan horizontal h g*, c'eſt-à-dire, une table miſe à niveau, qui ne panche ni d'une part ni d'une autre. Soit encore *le plan incline h f*, c'eſt-à dire, une table qui panche d'un côté. Une boule miſe ſur ce plan eſt arrêtée par le moyen d'une corde *c i*, qui étant paralléle au plan incliné, & paſſant pardeſſus la poulie *f* ſoûtient un poids *e*; en ſorte que ce poids *e* tirant de ſon côté pour faire monter la boule, & la boule de ſa part réſiſtant par ſa peſanteur, il ſe fait un équili-

Fig. ſuivante.



H bre.

bre. Je dis que le poids qui s'appuye ainſi ſur le plan incliné, péſera plus que le poids qui eſt ſuſpendu en l'air; & que tirant une perpendiculaire *fg* à l'Horizon, le poids *c* ſera au poids *e*, comme *hf* eſt à *fg*.

li. *Force d'un poids ſur le plan incliné.*

Car imaginons que tout le poids de cette boule eſt ramaſſé dans une ligne ou dans un bâton *a c*, perpendiculaire au plan *hf*, qui a ſon centre de gravité en *c* comme l'y avoit la boule, & qui eſt appuyé en *a* comme l'étoit auſſi la boule. Il eſt viſible que la corde *ic* ſera tirée par le poids de ce bâton, de même qu'elle l'étoit par la boule. Imaginons encore que ce bâton eſt non ſeulement appuyé ſur le bout *a*, mais qu'il y eſt comme attaché, en ſorte néanmoins qu'il puiſſe y tourner comme ſur un point fixe, pour ſe pancher vers *h*, ou pour ſe hauſſer vers *i*. Tirons l'horizontale *a b*, & la perpendiculaire *cb* Nous pouvons conſiderer *c a b* comme une balance dont le centre eſt *a*, un bras *a c*, en ſorte que le poids *e* eſt appliqué en *c*, & le tire perpendiculairement vers *i*; l'autre bras eſt *a b*, en ſorte que le bâton *a c* eſt appliqué au point *b*. (32.) Ainſi le poids *e* tirant d'un côté, & le bâton tirant d'un autre, & ces deux corps demeurant

rant en équilibre, il faudra que le poids du bâton *a c* soit au poids *e*, comme la distance *a c* à la distance *a b*, (25. ou 32.) Or *a c* est à *a b* comme *h f* à *f g*; parce que ces deux triangles *a b c* & *f g h* sont semblables: car ils ont premiérement un angle droit *b* & *g*; ensuite l'angle *b a h* étant égal à l'angle *a h g* (Géom. 1. 31.) il faut que leurs complémens *b a c* & *h f g* soient égaux. De plus, il est manifeste que la boule fait le même effet que feroit ce bâton ainsi appliqué. Donc aussi le poids de la boule est au poids *e*, comme *h f* à *f g*; ce qu'il falloit démontrer.

Remarque sur une loy du mouvement, proposée au Discours du mouvement local.

Avant que de passer outre, il est bon de faire ici quelque réflexion, qui peut servir d'éclaircissement pour l'intelligence d'une loy du mouvement, qui a paru fort étrange à plusieurs de ceux qui l'ont vûë dans le Discours du mouvement local. Aprés avoir établi dans cét ouvrage ce qu'on a crû qui arriveroit aux corps dans les percussions, on a avancé au §. 31. que tout cela s'observeroit, lors même que les corps qui se rencontrent seroient inégaux, quoi que l'expérience, comme on l'a fait remarquer dans ce même endroit, nous montre le contraire, puisque nous voyons qu'une

petite boule venant à en frapper une plus grande, ne lui donne pas toute sa vîteſſe. D'où vient que la pluſpart de ceux qui ont traité de ces régles de percuſſion, ont diſtingué la vîteſſe d'avec le mouvement, & ils ont crû qu'un égal mouvement communiqué à un corps deux fois plus grand, ne doit faire qu'une vîteſſe deux fois plus petite. Car comme une certaine quantité de ſel jettée dans un demi ſeau d'eau, doit faire une ſalûre deux fois plus grande que ſi la même quantité étoit jettée dans un ſeau d'eau tout plein; auſſi ces Meſſieurs penſent que la même quantité de mouvement étant diſtribuée à deux fois plus de parties & à un corps deux fois plus grand, doit faire une vîteſſe deux fois plus petite; & qu'ainſi un petit corps ne pouvant donner à un grand corps qu'il rencontre tout au plus que ſon mouvement, il ne peut lui donner toute ſa vîteſſe, puiſque ce mouvement doit faire une vîteſſe à proportion d'autant plus petite, qu'il eſt diſtribué à plus de parties, & à un plus grand corps.

iiij. *Le mouvement ne ſe*

Je ne ſçay pas quelle idée on a du mouvement, quand on le conſidére ainſi comme du ſel, & qu'étant diſtribué

bué dans pluſieurs parties d'un corps il y fait une vîteſſe, comme de la ſalûre, plus grandes ou plus petite, à proportion de la multitude des parties de ce corps où il eſt diſtribué. Je ne conçois point que le mouvement ſoit communiqué ou diſtribué, ſinon en ce que l'on vient à faire mouvoir quelque corps & toutes ſes parties : une petite boule ne tranſporte pas ſon mouvement dans une autre boule qu'elle frappe, mais en frappant elle la meut. La queſtion eſt maintenant de ſçavoir, ſi elle en peut mouvoir également une grande & une petite ; & il me ſemble que dans la ſuppoſition que nous avons faire, & où nous convenons tous, à conſiderer les corps comme dans le vuide, ſans peſanteur, ſans légéreté, & ſans aucun autre empêchement ; il me ſemble, dis-je, aſſez manifeſte que dans ce cas il ne faut pas plus de force à mouvoir un grand corps, qu'à en mouvoir un petit ; & qu'il n'y aura pas plus de peine à mouvoir dix parties, qu'à en mouvoir cinq, puiſque ni les cinq, ni les dix ne font aucune réſiſtance. Et certainement, puiſqu'une boule en frappant contre une autre boule qui lui eſt égale, peut la mouvoir, & en la mou-

diſtribué pas aux parties du corps, comme le fec aux parties de l'eau.

vant lui donner toute sa vîtesse, comme tout le monde en convient; si nous venons à considerer cette seconde boule jointe à une troisiéme qui n'ajoûte aucune nouvelle résistance; n'est-il pas visible que la même force qui suffisoit pour mouvoir cette seconde boule quand elle étoit seule, suffira aussi pour la mouvoir avec la même vîtesse quand elle est jointe à cette troisiéme, qui n'apporte aucune nouvelle difficulté? Il est bien vrai que dans l'état où nous sommes, nous avons plus de peine à remuer une grosse pierre, qu'à en remuer un petite; mais il n'y a personne qui ne sache que cela vient de la résistance que cause la pesanteur de ces pierres. Car si la grande pierre n'étoit pas plus pesante que la petite, il n'y a point de doute que nous la pourrions mouvoir avec la même faicilité.

liv. *Ce que dit M. Descartes de la résistance des corps dans le repos, n'est pas raisonnable.*

M. Descartes soûtient que les corps sans aucune pesanteur ont d'eux-mêmes la force de s'attacher dans le lieu où ils sont en repos, en sorte qu'il y a de la peine à les arracher de là; mais cela est inconcevable: Car le moyen de concevoir, qu'un corps puisse s'attacher dans le vuide à un lieu où il n'y a rien, ou du moins où il n'y a rien

de

de ferme & de ſolide ; Afin qu'un corps s'attache & adhére en quelque part, il faut qu'il y trouve quelque corps ſolide & inébranlable auquel il puiſſe s'accrocher, comme fait l'ancre d'un navire qui s'attache ſur le roc. Mais quel moyen qu'un Vaiſſeau s'attache inébranlablement au milieu de la Mer ſur la fluidité de l'eau où il flotte ? Par quel lien un corps ſuſpendu au milieu de l'air pourroit-il ſe cramponner là ſans branler, & y réſiſter à quiconque viendroit s'efforcer de luy faire changer de place? A plus forte raiſon, comment peut-on s'imaginer qu'un corps puiſſe s'accrocher dans le vuide pour y demeurer inébranlable, & réſiſter à tout ce qui feroit effort de le tirer de là ; Certainement j'ay bien de la peine à me perſuader que ces Meſſieurs conçoivent clairement ce qu'ils diſent en ceci, eux qui font profeſſion de ne rien avancer qui ne ſe puiſſe concevoir aiſément. mais ſans m'arrêter davantage à faire voir combien peu intelligible eſt ce ſentiment de Monſieur Deſcartes; j'eſpére que dans la ſuite de ces diſcours de Méchanique on verra qu'il eſt entiérement contraire à la Nature. Nous ne ſçaurions

imaginer dans les corps aucune réſiſtance de leur part plus forte & plus efficace que celle que nous expérimentons qu'ils font par leur peſanteur : cependant je me fais fort de démontrer dans le diſcours du mouvement des corps peſans, qu'un petit grain de ſable, en tombant ſur un plat de balance, feroit lever l'autre plat, où ſeroit un autre poids auſſi lourd, ſi vous voulez, que toute la Terre, & lui donneroit toute la vîteſſe qu'il avoit lui-même en deſcendant ; & je rendray tout cela ſi plauſible, & le confirmeray même par tant d'expériences, que j'eſpére qu'on ne trouvera plus étrange ce que j'ay avancé dans ce § 31.

IV. *Qu'un petit corps peut donner toute ſa vîteſſe à un grand corps.*

Cependant, pour me ſervir maintenant de ce que je viens d'établir dans ce diſcours touchant les plans inclinez, nous pouvons conſidérer les poids homogénes *e* & *c* (fig. de le page 169.) qui étant en équilibre, ſont néanmoins fort inégaux, en ſorte que *c* peut être dix fois & cent fois plus grand que n'eſt *e*. Dans ce cas, ſi nous venons à ajoûter quelque choſe, pour petit qu'il ſoit, au poids *e*, ce poids l'emportera, & en deſcendant il fera monter avec une égale vi-

teſſe

teſſe l'autre pois *c*. Il eſt donc viſible que ce petit corps *e* peut non ſeulement mouvoir un corps dix fois & cent fois plus grand que lui, mais encore lui donner toute ſa vîteſſe; ce qui ſuffit pour démontrer ce que je prétendois.

lvi. *Un corps plat ſur un plan incliné.*

Si au lieu d'une boule nous imaginions un corps plat, & que les ſurfaces de ce corps & du plan incliné fuſſent ſi polies, que ce corps pût gliſſer ſans nulle réſiſtance, nous concevrions que ce corps feroit le même effort que la boule pour deſcendre; & toute la difference que nous remarquons maintenant, lors que nous voyons qu'une boule deſcend plus aiſément que ne fait un corps plat, vient de ce que les ſurfaces ne ſont jamais ſi polies, qu'elles n'ayent quelque rudeſſe, qui fait que l'une racle contre l'autre, & eſt par ce moyen un peu empêchée dans le mouvement.

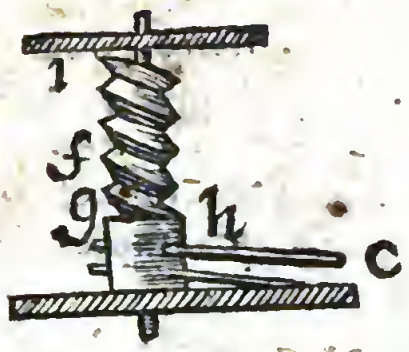
lvij. *Proportion de la force à deſcendre dans le plan incliné.*

Ainſi généralement on peut poſer que l'effort que fait un corps à deſcendre par un plan incliné *f g*, (*fig. de la pag.* 169.) eſt à toute ſa peſanteur, comme la perpendiculaire *f g* au plan incliné; ou bien comme le ſinus de l'angle d'inclination *f h g*, eſt au ſinus total.

lviij. *Du Coin.* Par là on connoît la force du Coin; car imaginant tout le corps *f hg* comme un Coin, si au lieu d'imaginer que le poids *c* est tiré en haut vers *f*, ou suppose que le Coin est pousſé vers *l*, tandis que le corps *c* est renfermé dans une coulisse *n o*, dans laquelle il peut hausſer ou baiſſer; il est évident que le corps *c* réſistera par sa pesanteur, & fera effort pour empêcher ce mouvement du Coin. Cét affort sera le même que celui qu'il faiſoit pour s'empêcher d'être porté luy-même vers *f* dans les propoſitions précédentes; car il est bien viſible que ce sera toûjours la même réſiſtance, soit que le Coin demeurant immobile, le corps *c* monte vers *f*, ou que le corps *c* demeurant enfermé dans la couliſſe *n o*, le Coin soit pousſé vers *l*. Ainſi la force qui suffiroit pour porter le corps *c* en haut vers *f*, suffira auſſi pour pouſſer le Coin vers *l*. De-ſorte que le Coin ſe pourra pouſſer d'autant plus facilement, qu'il sera plus aigu, & que sa face *hf* sera plus longue à proportion de sa baſe *fg*.

Figure de la page 169.

lix. *De la Vis.* La force la Vis ſe connoît encore par là, puiſque la Vis n'est autre choſe qu'une ſurface inclinée, entortillée autour d'un arbre ou d'un aiſſieu. Ainſi imaginant qu'un corps qui



qui réſiſte au mouvement d'enhaut eſt appliqué en *h*, au bas du prémier tour de la Vis, en tournant la Vis d'un demi-tour, on contraindroit ce corps de monter juſqu'à la hauteur *f*; & la force qu'il faudroit employer pour cela ſeroit à ſa réſiſtance, comme la hauteur *gf* à la longueur du demi-tour *hf*; ou comme toute la hauteur de la Vis *gi*, à toute la longueur entortillée des ſpires de la Vis. Que ſi l'on ajoûte un traverſier à cette Vis, comme une barre *c*, on augmentera encore la force de la Vis, d'autant plus que cette barre ſera plus longue, & que la main ſera appliquée plus loin de l'aiſſieu.

IX. *De la Vis ſans fin.*

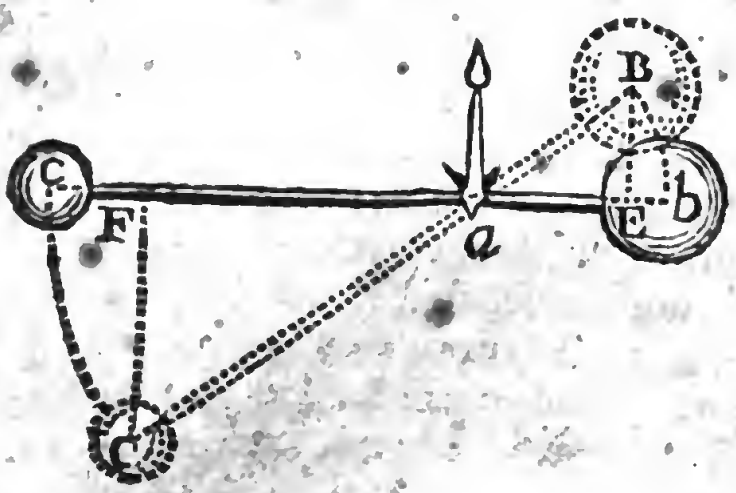
On fait encore une Vis qui engraine dans une rouë à dents; & c'eſt ce qu'on appelle la *Vis ſans fin*. Car la tournant avec une manivelle, elle fait tourner la rouë, & cela à une trés-grande force.

Ixe. *Exemple*

Dans toutes ces forces mouvantes

machine le mouvement eſt proportionnel à la force.

on peut remarquer que le mouvement perpendiculaire que font les poids en même temps pour monter ou pour deſcendre, eſt toûjours réciproquement proportionnel aux mêmes poids. Par exemple, dans la



balance *bac*, le petit poids *c* deſcendant dans l'arc *c* C en même temps que le grand poids *b* monte dans l'arc *b B*; on voit bien que la hauteur perpendiculaire C F eſt à la hauteur B E comme le bras *ac* au bras *ab*; c'eſt-à-dire, (en ſuppoſant que ces deux poids ſont en équilibre) comme le poids *b* au poids *c*; & il eſt fort aiſé de montrer cela dans les poulies & dans toutes les autres machines.

lxij. *Princi-*

Auſſi quelques-uns en ont fait un principe pour démontrer la raiſon de toutes

toutes les forces mouvantes ; & il ſemble bien évident, qu'il ne faut ni plus ni moins de force pour porter un poids de cent livres à un pied de haut, que pour en porter un d'une livre à cent pieds de haut : deſorte qu'un poids d'une livre deſcendant de la hauteur de cent pieds, contrebalancera à un poids de cent livres dans la hauteur d'un pied. Ce principe a quelque choſe qui ne ſatisfait pas ſi parfaitement l'eſprit, qu'il ſuffiſe pour faire des démonſtrations. Il eſt néanmoins trés-véritable ; & aprés les démonſtrations que je viens de faire touchant les Forces Mouvantes, on peut le mettre hardiment comme indubitable.

pe de Méchanique pris du temps & du mouvement.

lxiij. D'où l'on peut faire voir que ceux-là predent leur temps, qui cherchent le moyen de fair le mouvement perpétuel par la Statique. Pour cela il faudroit néceſſairement que de certains corps deſcendiſſent, & que d'autres montaſſent, en ſorte que les mêmes qui ſont une fois montez, ſoient auſſi ceux qui deſcendent aprés, pour perpétuer ainſi le mouvement, par une ſucceſſion & une circulation continuelle. Mais il eſt manifeſte que dans ces rencontres tout ce qui deſcend, doit monter. Si ce qui doit

Le mouvement perpétuel par Méchanique eſt impoſſible.

monter eſt égal à ce qui doit deſcendre en même temps, il n'eſt pas poſſible que le mouvement ſe faſſe de luy même; puis qu'un poids égal ne peut pas de cette ſorte en ſurmonter un autre égal. Si ce qui deſcend eſt plus grand que ce qui monte en même temps, il faut néceſſairement que la vîteſſe de ce qui deſcend ſoit à proportion plus petite; en ſorte que comme le poids qui deſcend eſt à celuy qui monte, ainſi ſoit la vîteſſe de celuy qui monte, à la vîteſſe de celuy qui deſcend: autrement la ſucceſſion ne pouroit pas être perpétuelle, & il monteroit plus de corps qu'il n'en deſcendroit, ou au contraire, il en deſcendroit plus qu'il n'en monteroit; & ainſi la machine ſeroit bientôt épuiſée. Que ſi la vîteſſe de ce qui deſcend eſt à la vîteſſe de ce qui monte, en raiſon réciproque des poids ou des corps, il y aura équilibre, & rien ne bougera.

lxiv. *Exemple qui demontre l'impoſſibilité du mouvement perpétuel.*

Il eſt bon de rapporter un exemple. J'ay vû une perſonne qui croyoit avoir trouvé le mouvement perpétuel en cette maniére. Soit une roüe qui puiſſe tourner trés-librement autour de ſon aiſſieu fixe *a*. Dans cette roüe il y a un petit canal fait en volute partant

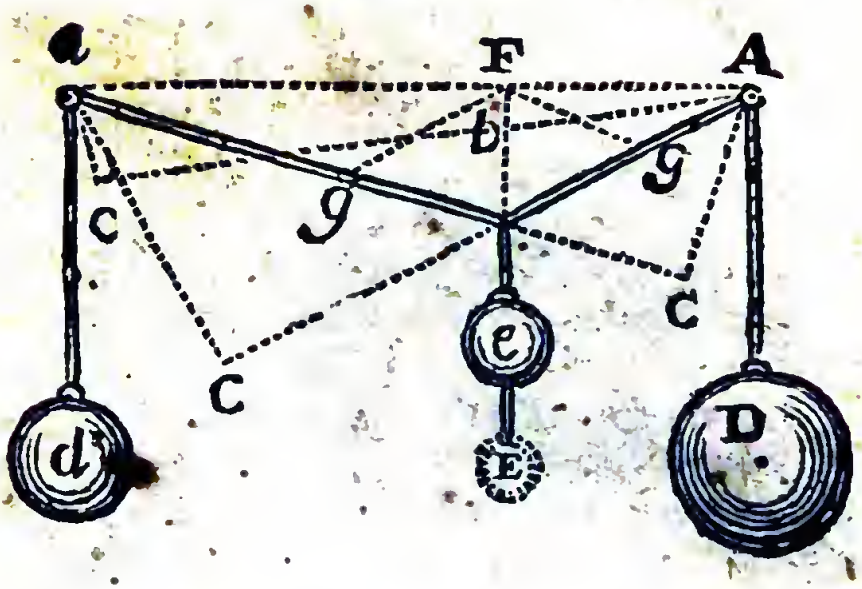
BIBLIOTECA NAZIONALE

rant du centre *a*, & faiſant pluſieurs tours juſqu'à la circonférence; aprés quoi ce canal revient en demi-cercle par *fg* juſqu'au centre *a*, où il ſe rejoint à l'œil de la volute. Imaginons une bale de plomb, ou une goutte de vif argent dans le commencement de la volute *b*; cette goutte, ou cette bale ſuivant la pente de la volute, deſcendra au plus bas lieu, & fera tourner toute la rouë. Aprés que la rouë a fait un tour, & que la bale eſt deſcenduë en *c*; mettez une autre bale encore en *b*, alors ces deux bales feront tourner la rouë encore plus vîte; & quand aprés un ſecond tour les deux bales ſe trouveront en *d* & en *c*, mettez-en encore une troiſiéme en *b*, & puis derechef une quatriéme aprés un troiſiéme tour, & une cinquiéme aprés le quatriéme tour. Le cinquiéme tour commencant, la bale qui avoit été miſe la premiére ſera emportée en *f*; & ſi la rouë continuë de tourner, cette même bale coulera par *g*, & reviendra ainſi au commencement de la volute *a* ou *b*, & recommencera à deſcendre, & à faire tourner la rouë. Cette perſonne croyoit que la rouë devoit continuer de tourner; parce que, diſoit-il, il

y a quatre bales *b*, *c*, *d*, *e*, qui font effort pour deſcendre, & pour faire tourner la rouë, au lieu qu'il n'y a qu'une ſeule bale en *f* ou en *g* qui monte & qui réſiſte au mouvement de la rouë: Or quatre bales, diſoit-il, en ſurmonteront bien aiſément une ſeule. Mais il eſt bien manifeſte que cette bale unique qui monte, monte quatre fois plus vîte que les autres quatre bales ne deſcendent, & que le même chemin qu'a fait une bale en deſcendant en quatre tours, doit être fait aprés en montant en un ſeul tour. Ainſi chacune de ces bales qui deſcendent, n'agira que de la quatriéme partie de la force dont agit celle qui monte, & par conſequent celle-cy contrebalancera à toutes les quatre.

lxv. *Cette démonſtration ſe peut appliquer à tout autre exemple.*

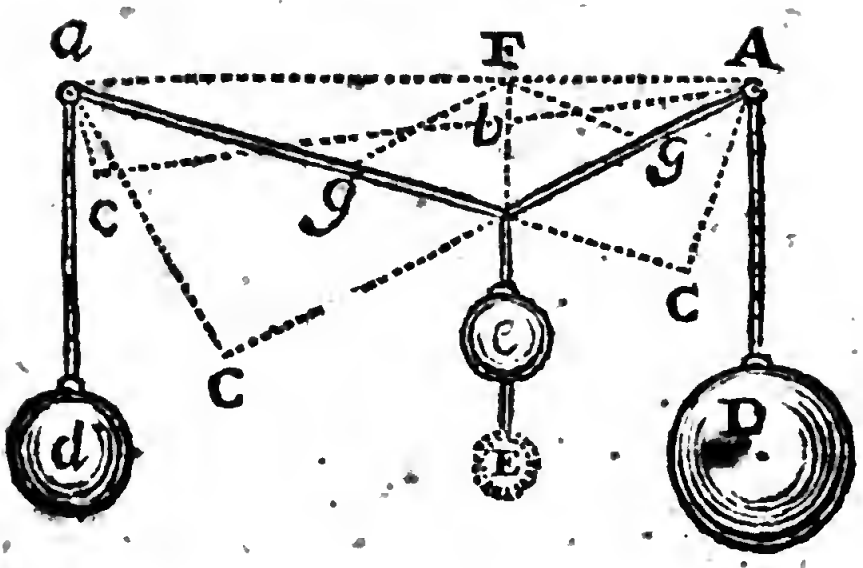
Cét exemple eſt fort propre pour faire comprendre l'impoſſibilité du mouvement perpétuel: Car on peut en appliquer le diſcours à toute autre exemple poſſible, où l'on voudroit faire monter quelque liqueur, ou quelque autre corps, par la propre peſanteur de quelques autres poids, ou de quelques autres parties de liqueur qui deſcendroient, & qui devroient enſuite remonter elles-mêmes pour perpétuer le mouvement par une circulation continuelle. Ima-



Imaginons une corde paſſant par deſſus deux poulies *a* & A, & ſoûtenant par les deux bouts les deux poids *d* & D. Soit de plus un troiſiéme poids *e*, ſuſpendu du point B de la même corde entre les deux poulies, & que tout cela demeure en équilibre, en ſorte que la corde ſe replie en B, & faſſe l'angle *a* B A. Pour meſurer la proportion des poids, continuons la ligne de direction *e* B, juſqu'en F. Tirons F G, F *g*, paralléles aux deux cordes *a* B, A B. Je dis que le poids *e* eſt au poids D, comme la ligne B F à la ligne B G; & que le même poids *e* eſt au poids *d*. comme la ligne B F eſt à la ligne B *g*; & que par conſequent D. *d*:: B G. B g.

lxvj. *Des poids ſuſpendus au milieu d'une corde attachée par les deux bouts.*

Pour

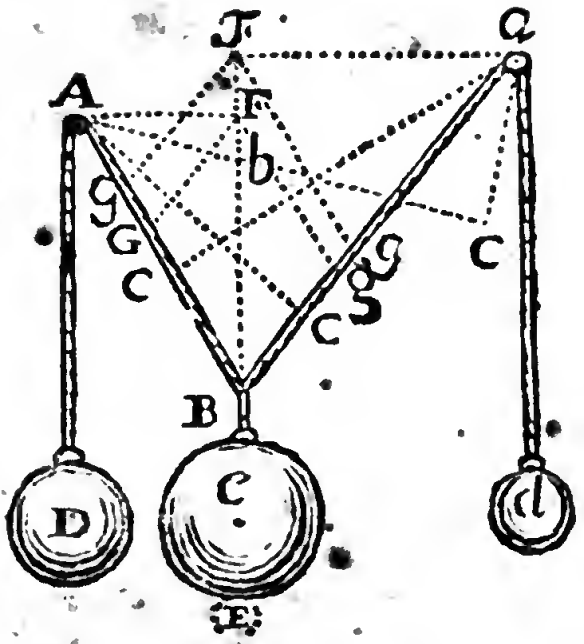


lxvij *Démonstration de leur force.*

Pour le prouver, imaginons que les lignes A C, *a c*, tombent perpendiculairement sur les cordes *a* B C, A B *c*, prolongées s'il en est besoin. Imaginons de plus qu'une de ces cordes, par exemple, A B, est roidie comme une barre de fer, en sorte néanmoins qu'elle puisse tourner sur le bout A, pour s'élever vers A F, ou pour s'abaisser vers A C. Le poids *e* suspendu de B. tirera en cette barre, & sa force se mesurera par la ligne A F, (que je suppose perpendiculaire à B F,) comme s'il étoit suspendu d'F. (32.) Mais le poids *d* attaché aussi à B par la corde B *a d*, tirera la barre en haut, & sa force se mesurera par la ligne A C, comme s'il étoit

étoit attaché en C. (32.) Ainsi les deux poids *e* & *d* demeurant en équilibre, *e* sera à *d* ; comme à C à A F. (25. ou 32. c'est-à-dire, comme le sinus de l'angle A B C au sinus de l'angle A B F : Car si du point B, comme du centre, on tiroit un cercle par A ; B A seroit le rayon, ou le sinus total, & A C le sinus de l'angle A B C, & A F le sinus de l'Augle A B F. (Géom. 4. 9.) Mais d'ailleurs F *g* étant parallèle à A B, l'angle F *g* B est égal à l'angle A B C, & l'angle B F *g* à l'angle A B F. (Géom 1. 31.) Donc (Géom. 9. 38.) F B est à B *g*, comme le sinus de l'angle F *g* B au sinus de l'angle B F *g*, c'est à-dire, comme C A est à F A, ou comme *e* à *d*, Par même raison on prouvera que *e*. D:: *a c*. *a* F::B F. B G. ce qu'il falloit montrer.

Remarquez que dans la figure suivante, l'angle *a* B A étant aigu, est égal à l'angle *a g* F ; mais que F B est toûjours à B g, comme le sinus de l'angle F g B (c'est-à-dire, de son angle de suite F g *a*) au sinus de l'angle B F g, c'est à-dire, comme A C à A F. Remarquez encore qu'il n'importe point que les points *a* & A soient également élevez ; car ayant tiré *a F* ou A F perpendiculaire à la ligne de direc-



direction B *e*; on peut prendre indifféremment lequel on voudra des points *F* ou F, & tirer les paralléles F g, F G, ou bien *F g*; F G. Car on voit bien que les parallélogrammes g F G B, & *g F* G B étant ſemblables, leurs côtez & leurs diamétres auront toûjours les mêmes proportions : ainſi on peut prendre le point F indifféremment où l'on veut dans la ligne de direction, même hors la perpendiculaire tirée d'*a* ou d'A.

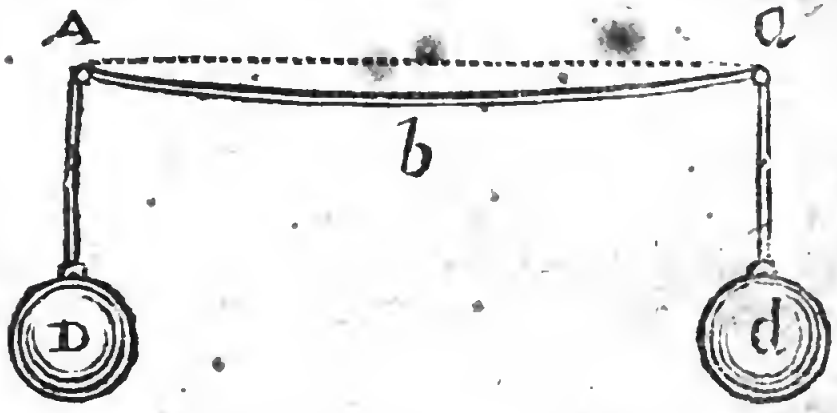
lxviij. *Cette force eſt prodigieuſe.*

Quelque grands que ſoient les poids *d*, D, & quelque petit que ſoit le poids *e* ou F, celuy cy ſuffira néanmoins pour faire baiſſer un peu la corde

de *a* A, & pour faire monter ces poids *d*, D: Car on pourra toûjours prendre une ligne *a c* ſi petite, qu'elle ſera à *a* F, comme E à D; & alors faiſant le triangle rectangle *a c* A, le poids fera deſcendre la corde juſqu'en *b*. *Voyez auſſi la Fig. de la page 185.*

lxix. *Il eſt impoſſible de bien tendre une corde.*

D'où il ſuit une choſe trés-remarquable, ſçavoir, qu'il n'y a point de force imaginable, qui puiſſe tirer tellement une corde, que celle-cy demeure parfaitement droite. Car quelque prodigieuſe que ſoit cette force,



on la pourra exprimer par de grands poids *d*, D, qui la tireront; mais comme la corde a elle même quelque peſanteur, cette peſanteur ſuffira pour faire courber un peu la corde *a b* A, & pour élever les poids *d*, D.

lxx. *Situation des corps*

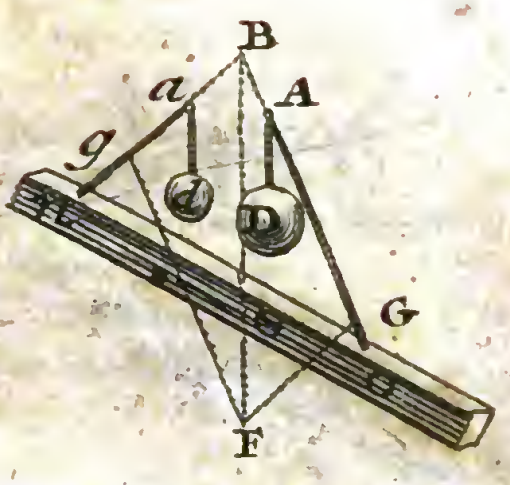
Lors qu'un corps *o n*, dont le centre de gravité eſt *e*, eſt ſuſpendu par deux cordes *o* A, *n a*, ces cordes s'in-

ſuſpendus par deux cordes.

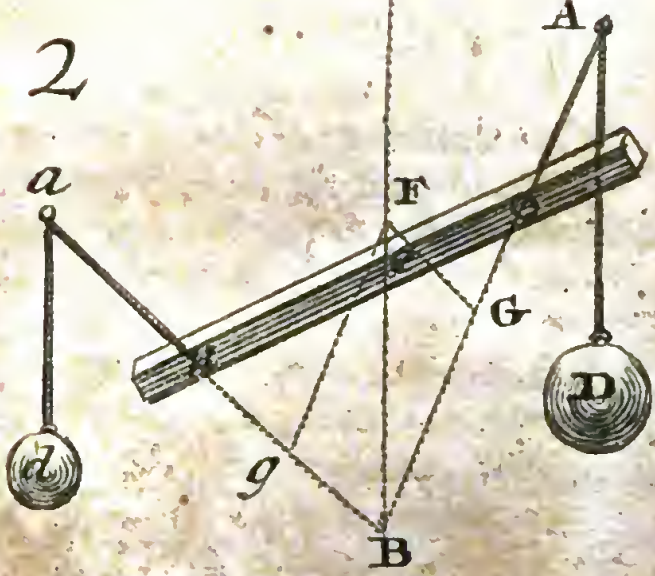
s'inclinent en telle ſorte, qu'étant continuées, elles ſe croiſeroient dans la ligne de direction *e* B. Car ſi dans la prémiére figure on allongeoit la corde *e* A juſqu'en B, & qu'on l'arrêtât là, il eſt manifeſte que le corps demeureroit en même ſituation; puiſque les directions ne changeroient nullement. De même la corde *n a* allongée auſſi juſqu'en B, & arrêtée là, ſoûtiendroit le corps en même ſituation qu'auparavant. Ainſi au lieu d'attacher les cordes aux deux points *a* & A, ſi on les attachoit au point unique B; le corps demeureroit ſuſpendu comme auparavant, & par conſéquent le centre *e*, ſeroit perpendiculairement ſous B. (22.) Mais dans la 2. fig. il faudroit imaginer que les cordes prolongées juſqu'au point commun B, ſe roidiſſent comme des barres pour pouvoir ſoûtenir le corps *n*; car ce corps ainſi appuyé ſur *o* B, *n* B, demeureroit, comme lors qu'il eſt ſoûtenu par les cordes A *o*, *a p*; ainſi le centre *e* ſe trouveroit perpendiculairement ſur le point B. (14.) Je ne m'arrête pas à prouver que ces cordes (lors qu'elles ne ſont pas paralléles) ſe doivent croiſer en quelque point; car il eſt aſſez manifeſte que

les

1



2

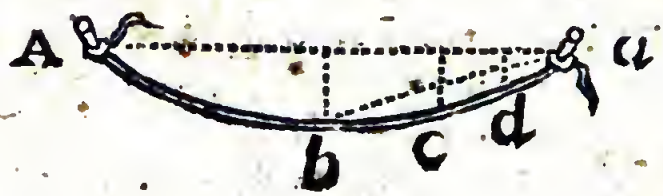


BIBLIOTECA NAZIONALE

les points *a* A, *o n*, ſont en même plan.

Ces corps ſuſpendus étant inclinez, tireront diverſement les cordes qui les ſoûtiennent; & la force de la traction ſe meſure comme dans l'article 67. en prenant dans la ligne de direction un point F, & tirant les paralleles F G, F *g*. Car la force du poids *o n* étant exprimée par la ligne F B, la ligne B G exprimera la force dont la corde *o* A eſt tirée, & la ligne B *g* celle de la corde *n a*. Ce qui ſe peut exprimer encore par les deux poids D & *d*, qui ſeroient au corps *n o*, comme les lignes B G, B *g*, à la ligne B F. On pourroit encore conſidérer ces corps ſoûtenus par trois cordes, ou par davantage; mais outre que cela nous conduiroit trop loin, chacun pourra faire de luy même toutes ces réfléxions. lxxi. *Force de leur traction.*

Si un poids long & fléxible, (comme une corde) eſt attaché par les deux bouts, il ployera en ligne courbe, lxxij. *Les cordes attachées*



pourvû

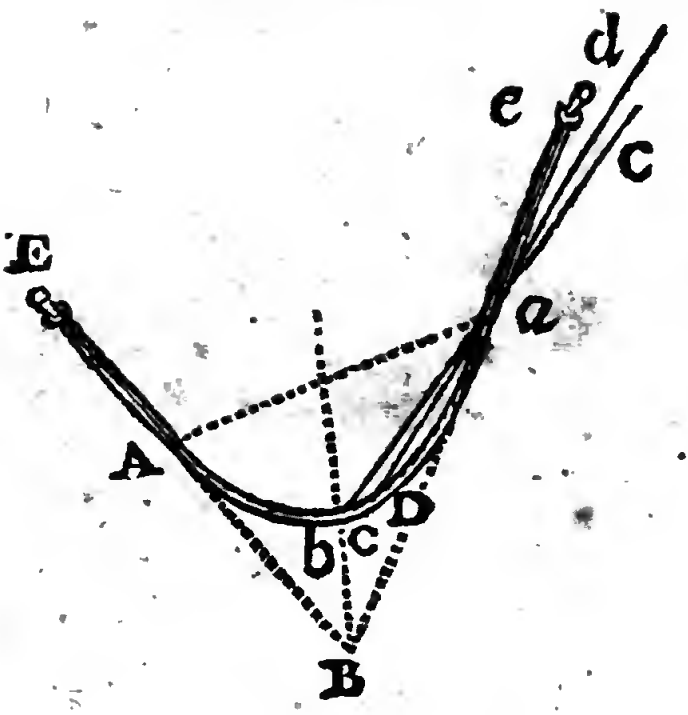
par les deux bouts ſe courbent par-tout.

pourvû qu'il ſoit tant ſoit peu lâche. Car les deux bouts étant *a* A, la peſanteur fera baiſſer le point *b* au deſſous de la ligne droite *a* A. Et de même le point *c* s'abaiſſera au deſſous de la ligne droite *a b*, & le point *d* au deſſous de la droite *e c*; ainſi de tous les autres points imaginables: ce qui doit faire un ligne courbe *a d b c* A.

lxxiij. *Propriété des tangentes de cette courbure.*

Ce poids *a b* A ainſi ſuſpendu des bouts attachez en *a* A, demeureroit en même ſituation, ſi l'on tiroit les tangentes *a e*, A E, & qu'on le ſuſpendit par les points *e*, E. (Il faut imaginer que ces tangentes n'ont nulle peſanteur.) Car la corde *a b* A demeureroit en même ſituation, quand on imagineroit que la partie *a* C eſt roidie, & que la ſeule partie C *b* A eſt fléxible; quoy-que l'on ſuppoſe que cette partie *a* C ainſi roide puiſſe ſe tourner autour d'*a*, pour ſe hauſſer vers *a* A, ou pour s'abaiſſer vers *a* B. Que ſi au lieu de cette partie courbe & roidie *a* D C, on met une verge droite *a* C; tout le reſte C *b* A demeurera encore en même ſituation; pourvû néanmoins qu'on imagine que toute la force, dont la partie *a* D C tiroit en bas le point C, ſoit ramaſſée au même point C, par un poids ſuſpendu

Figure ſuivante.



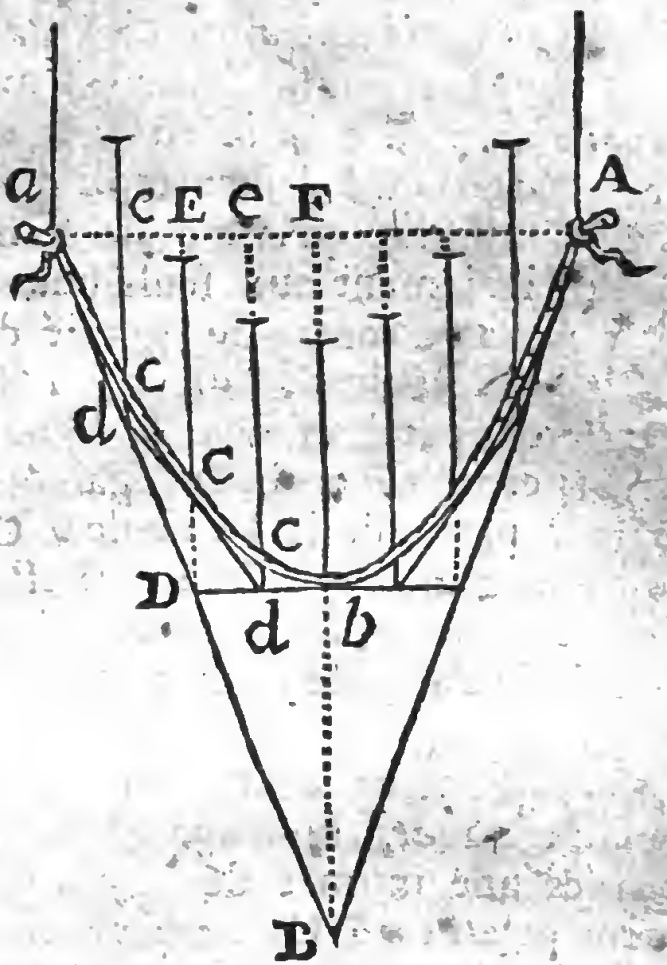
pendu par C, qui tire en bas, comme faiſoit toute la partie courbe *a* D C: Car il n'importe de rien que la verge qui ſoûtient par les bouts *a* & C ſoit droite ou courbe, ou de quelque autre nature, pourvû que l'effort de ſon extrémité C ſoit toujours le même, comme nous ſuppoſons qu'il l'eſt icy. Donc auſſi en prolongeant cette verge en droite ligne vers *e* & l'attachant en *e*, tout le reſte demeurera comme il étoit auparavant; & enfin, ſi cette verge vient à ſe rendre fléxible comme un filet, rien ne bougera. Par même raiſon, imaginant

uu filet fléxible D *a d* attaché en *d*, tout le reſte de la corde A C *b* A demeurera en même ſituation. Ainſi faiſant approcher le point D du point *a* tant que l'on voudra, & attachant le filet en *d*; toûjours le reſte de la corde D *b* A demeurera en même ſituation. Or plus le point D ſera prés du point *a*, plus auſſi la ligne D *a d* s'approchera de la tangente *a e*; de ſorte que les deux points D & *a* concourant au même point *a*, les deux lignes *a d* & *a e* concourront auſſi en même ligne *a e*. Ainſi ſuſpendant la corde *a b* A par la tangente *e a*, l'autre bout demeurant attaché en A, toute la diſpoſition de la corde ſera la même que ſi elle étoit ſuſpenduë par les bouts *a* & A. Par même raiſon étant encore attachée au point E par la tangente A E, ſa ſituation ne changera point. Ainſi nous avons prouvé ce que nous prétendions.

lxxiv. *Centre de gravité des corps courbes.* Les Tangentes continuées ſe croiſent dans la ligne de direction continuée F *b* B (70. & 73. J de ſorte qu'élevant la perpendiculaire du point commun B, on trouveroit centre de gravité *b* de la corde A *b a*. (Fig. de la page 193. & de la page 195.)

lxxv. *Les chaînes* Quelques uns ont penſé que les cordes & les chaines attachées par les

deux



deux bouts ſe courboient en ligne parabolique. Mais cela n'eſt pas vray dans les chaînes, ni dans les cordes qui ne ſe peuvent pas allonger aiſément. Car ſi une chaîne compoſée dans la figure *a b* A, en tirant les tangentes par *b*, ſçavoir *b* D, & par *a*, ſçavoir *a* D, ces deux trangentes ſe couperoient en D dans la ligne de

& les cordes ordinaires ne ſe courbent pas en Parabole.

direction D C, de la chaîne *a* C *b* (par la précédente propos.) Car on peut imaginer que la chaîne est maintenant arrêtée en *a* & en *b* : & alors cette partie *a* C *b* demeureroit dans la même situation qu'elle étoit étant attachée librement aux seuls bouts *a* & A. Ainsi le centre de gravié de la chaîne *a b* seroit C. Or si la ligne *a* C *b* étoit parabolique, la ligne D C E diviseroit *a* F en deux également, mais la partie de la Parabole *a* C seroit plus grande que C *b* : & il est fort aisé de démontrer que le centre de gravité de la Parabole *a b* ne peut pas être en C.

lxxvi. *En quel cas un filet se courberoit en Parabole.*

Mais si nous concevions uu filet sans pesanteur, sur lequel fussent appuyées une infinité de lignes également pesantes E C, *e c*, paralléles, & également distantes les unes des auties; alors le filet *a* C *b* A seroit parfaitement parabolique : car le centre de gravité de toutes ces lignes pesantes seroit dans la ligne F *b* B, c'est-à dire, au milieu de *a* A. Ainsi les tangentes *a* B, A B, se couperoient en cette ligne F *b* B. De même le centre des lignes qui sont entre *a* & F, est dans la ligne E C, c'est-à-dire, au milieu entre *a* & F. Ainsi les tangen-

Fig. de la page 195.

tes

tes *b* D, *a* D, se devront croiser dans cette ligne E C D. De même les tangentes *b* d, c d, se croiseront dans la ligne e c d, c'est-à dire, au milieu entre E & F, &c. Or c'est-là une propriété de la Parabole, & les Géométres sçavent qu'il n'est point d'autre ligne où cela se rencontre.

lxxvij. *Quelles cordes peuvent se courber en Parabole.*

Imaginons maintenant que la pesanteur de toutes ces lignes paralléles est distribuée également à toute une corde droite *a* A; attachée par les deux bouts; que cette corde est capable de s'allonger étant tirée; que toutes ces parties tendent en bas par des lignes de direction paralléles: alors la corde se rallongeant, se courbera en effet en Parabole; car tout le poids qui étoit en e F, sera en c *b*; celuy de E e sera en C c; celuy de *e* E sera en *c* C; & celuy d'*a e* sera en *a c*, &c. Ainsi la partie de la corde *a c* sera plus rallongée que c *b*, puisqu'on suppose que toutes ces parties descendent en bas par des lignes paralléles, & que par conséquent la partie & le poids *a e* est égal a la partie & au poids *a c*, comme aussi le poids e F égal au poids c *b*.

Fig. de la page 195.

lxxviij. *Cas particuliers où*

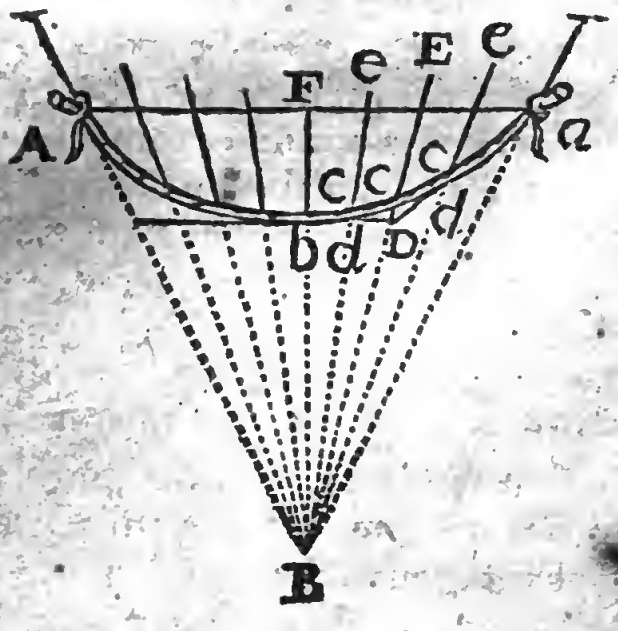
Si l'on tendoit bien une corde par les bouts *a* A, en l'appuyant tout le long pas dessous, en sorte que sa pe-

les cordes seroient courbées en Parabole & cas où elles ne le seroient pas.

ſanteur ne pouvant la tirer en bas. elle fût tenduë en ligne droite ; & ſi en ſuite on venoit à ôter les appuys, & à laiſſer faire ſa peſanteur, cette corde devroit ſe rallonger un peu, & ſe courber ; & ſa courbûre ſeroit alors parabolique. Ce cy ſuit des précédentes propoſitions, car les parties de cette corde ne ſe baiſſant que par l'effort de leur peſanteur, qui les fait rallonger, elles doivent deſcendre ſuivant leurs lignes de direction, qui ſont cenſées paralléles, puis qu'elles ne ſe rallongent qu'autant que leur peſanteur les tire.

lxxix. *Cas auſquels*

Si l'on ſuppoſe que les lignes de direction F*b*, E C, *ce*, ne ſont pas paralléles, mais qu'elles concourent

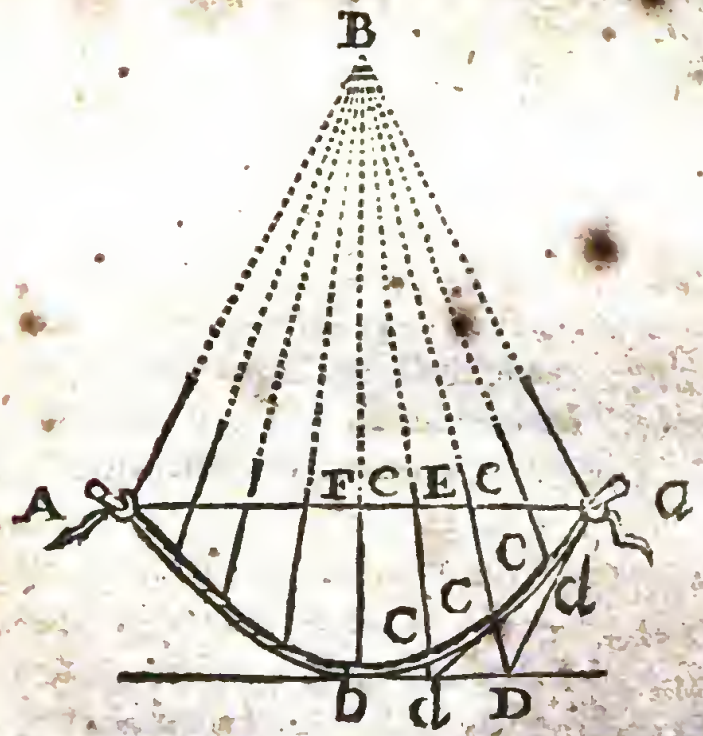


en

en bas au point B. la corde se rallongeant, se courberoit en Hyberbole. Mais si les lignes de direction concourent en haut au point B, la corde se courbera en Ellipse, ou en cercle.

les cordes se courbent en Hyperpole & en Ellipse.

La raison en est, que divisant en deux également l'angle *a* B A par la ligne B F, l'angle *a* B E par la ligne B E, & l'angle *a* B E par la ligne B *e*, Comme en la Fig. suivante.



& *c*. & supposant que les portions des lignes *e c*, E *e*, e c, F *b*, &c. étant également pesantes, sont appuyées sur un filet indivisible; il est manifeste que le centre de gravité de toutes les lignes qui sont entre *a* & A se trouvera

lxxx. *Démonstration.*

vera au milieu, ſçavoir en la ligne F *b* prolongée, s'il en eſt beſoin ; & le centre de celles qui ſont entre *a* & F ſe trouvera auſſi en la ligne de leurs milieu, ſçavoir en B C, *&c.* Ainſi tirant des tangentes par *a* & par *b*, qui ſe croiſent en D, le point D ſe devra trouver dans la ligne E C prolongée vers B ; & de même tirant la tangente par C, qui coupe *b* D en d, & *a* D en *d*, les points d & *d* ſe devront trouver dans les lignes e c, & *e c*, prolongées vers B. Or ceux qui ont la connoiſſance des Sections Coniques, pourront aiſément démontrer que ce ſont là des propriétez eſſentielles de ces Sections ; & que généralement en toute Section Conique, (Parabole, Hyperbole, Ellipſe, ou Cercle,) deux tangentes quelconques (*a* D, *b* D,) ſe coupent en un point (D,) en ſorte que tirant par ce point (D) une ligne vers le foyer oppoſé B, on diviſe également par cette ligne (BD) l'angle (*a* B *b*) compris entre les deux lignes de direction, qui paſſent par les deux points (*a* & *b*) d'où l'on a tiré les tangentes. Remarquez que dans la Parabole, le foyer oppoſé étant infiniment éloigné, c'eſt à-dire, les lignes de direction ne concourant nullement, & étant parallé-

les ;

les ; la ligne de direction qui paſſera par le point (D) où les tangentes ſe coupent, ſera cenſée diviſer l'angle en deux également, en ce qu'elle diviſera également tout l'eſpace. Figure de la page 195.

lxxxi. *Les cordes tenduës ſont en effet hyperboliques.*

Ainſi nous devons dire que les cordes bien tenduës, & qui par leur propre poids ſe courbent un peu en ſe rallongeant, ſont corbées véritablement en Hyperbole, & non pas en Parabole ; puiſqu'en effet les lignes de direction ne ſont pas paralléles, & qu'elles concourent toutes au centre de la Terre.

lxxxij. *Les ſurfaces tenduës ſe courbent auſſi, & ſe font convéxes en bas.*

On pourroit appliquer cecy aux ſurfaces ; & il eſt aiſé de comprendre qu'une voile attachée par le haut & par le bas à deux vergues paralléles, ou par les côtez à deux mas auſſi paralléles, étant enflée par le vent, ſe courberoit en Priſme parabolique. Nous voyons auſſi qu'un linceul tendu par les quatre coins ſe courbe en bas par ſon propre poids, & prend une figure convéxe. Que ſi au lieu d'un linceul, on imaginoit une placque de quelque matiére qui peut s'érendre aiſément, comme la cire, ou le verre fondu, & que cette placque fût poſée horizontalement ſur une grande ouverture ronde, alors cette placque

s'étendroit en prenant à-peu-prés la figure parabolique.

lxxxiij. *Usage qu'on peut faire de ceci. dans l'Optique, pour faire des verres Elliptiques, Hyperboliques & Paraboliques.*

Peut être que cecy seroit de quelque utilité dans l'Optique pour les Miroirs & pour les Lunettes: car l'on pourroit par ce moyen faire des Miroirs de verre Elliptiques, & Hyperboliques, ou Paraboliques, sans doute plus aisément, & peut-être plus exactement que par les autres inventions qu'on a essayées jusques-ici. Car si après avoir posé horizontalement une glace bien polie & assez mince sur une placque de fer percée en rond, on trouvoit le moyen de souffler dessus avec violence, en faisant venir le souffle d'un petit trou d'enhaut (comme du point B, dans la Fig de la pag. 199) tandis qu'avec la flamme on fondroit le verre par dessous, on donneroit à ce verre à peu prés la figure Elliptique, qui feroit un miroir admirable pour un Microscope. Que si au lieu de souffler par-dessus, on trouvoit le moyen de succer avec violence par dessous, (comme du point B de la Fig. de la page 198.) le verre prendroit à peu prés la figure Hyperpolique. Je sçay les difficultez qu'on me peut opposer là dessus, mais je ne veux pas en dire davantage. Je

pourray

pourray le faire, Dieu aydant, dans une Oprique que je veux bien-tôt imprimer.

Les ordes, les métaux & les autres corps dont nous venons de parler, ne se rompent pas en ployant; mais seulement quand on les tire avec trop de violence. Il y a d'autres corps ou contraire, qui étant brusques, resistent à la traction, & se cassent aisément, quand on fait effort pour les faire ployer, comme le verre, les pierres, & le bois sec. Ainsi on ne sçauroit rompre un bâton, en le tirant par les deux bouts, mais on le fera en le ployant contre le genou. Je ne veux pas m'arrêter ici à examiner d'où vient cette liaison des parties qui se tiennent ainsi si fort les unes les autres: ce n'est pas une chose aussi aisée à montrer que l'on pourroit s'imaginer; & quoy-que ce soit une question qui doit se résoudre par Méchanique, néanmoins je ne veux pas en parler ici, parce que je trouveray quelque autre endroit dans ces discours du mouvement, où je pourray le faire plus commodément.

lxxxiv. *Quelques Corps se rompent étant tirez, d'autres se cassent en ployant.*

lxxxv. *Nul corps ne se rompt*

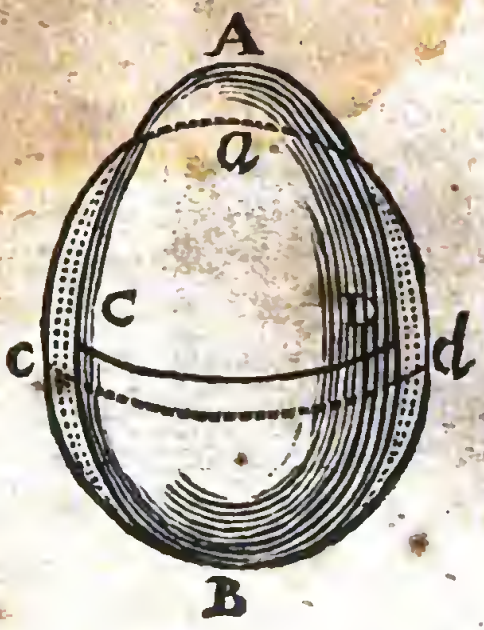
Cependant il est bon de remarquer que nul corps absolument ne se rompt jamais, que quand ses parties sont

qu'à force d'être tiré.

trop tirées ; & ſi un verre qui réſiſte à la tractien, ſe caſſe quand on le veut faire ployer, c'eſt que par le moyen de cette inflexion, on tire les parties convéxes avec plus d'effort qu'on ne ſçauroit faire en tirant droit le verre par les deux boutes, comme l'on pourra voir dans la ſuite de ce diſcours.

lxxxvi. *Difficulté de caſſer un œuf en le preſſant de bout en bout.*

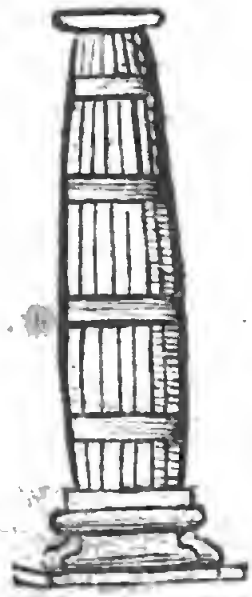
C'eſt pour cela qu'on trouve une ſi prodigieuſe réſiſtance dans un œuf qu'on voudroit écraſer en le preſſant de bout en bout entre les deux mains: ce qui paroît bien ſurprenant à ceux qui n'en ſçavent pas la raiſon, vû que la coque des œufs eſt ſi fraîle, & qu'on peut les rompre avec tant de facilité, lors qu'on les preſſe en d'autres ſens. La raiſon de ceci eſt, que la coque étant bruſque, ne peut ſe rompre, à moins qu'elle ne ploye : or quand on preſſe l'œuf par les deux bouts, ſa coque ne ſçauroit ployer. Car imaginons l'œuf AB, & qu'on le preſſe pour faire approcher les deux bouts. Afin que le bout A s'approchât de B, & qu'il fût par exemple, en *a*, il faudroit que les côtez C, D, s'élargiſſent comme l'on voit en *c*, *d*, en ſorte que tout le tour *c d*, fût plus grand que n'eſt le tour CD; ce qui ne ſe peut



peut faire, parce que la coque d'œuf ne peut point s'allonger, & toute fraîle qu'elle eſt, elle peut néanmoins aſſez reſter à la force qui la tireroit. Ainſi le tour de l'œuf C D C B, A D B, ne peuvent auſſi ſe courber, ni par conſequent ſe rompre. Il n'en va pas de même, quand on preſſe l'œuf par les côtez, parce que le contour de l'œuf pris en ce ſens n'étant pas rond, mais ovale, peut changer de figure ſans s'allonger; & ainſi la coque peut ployer, & par conſequent ſe rompre.

lxxxvij. *Force des colonnes.*

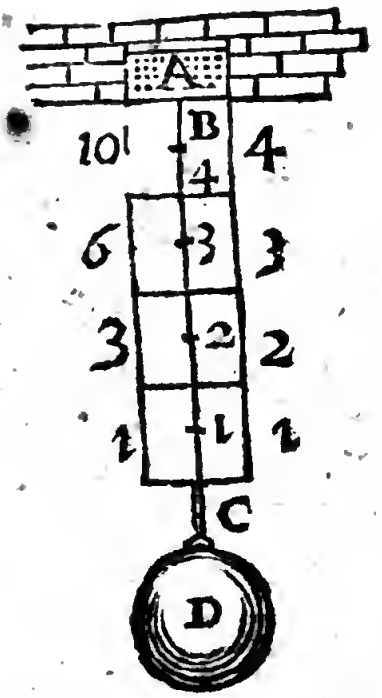
Ainſi l'on peut faire des colonnes de planches de bois, qui ſeront trés-for-



fortes ; car ſi on les joint enſemble comme les doiles des barriques, en leur donnant une petite courbure, & les environnant de quelques cercles de fer, ces colonnes ainſi creuſes ſeront capables de ſupporter de tres-peſants fardeaux. Il y a apparence que les anciens Architectes ont eu égard à ceci dans la conſtruction des colonnes qu'ils ont fait rondes & un peu renflées.

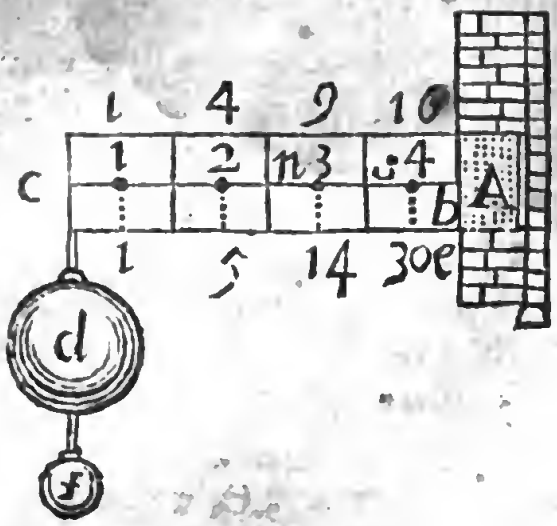
lxxxviij *Un bâton reſiſte plus étant tiré qu'étant ployé.*

Imaginons un bâton B C attaché par le bout d'enhaut à un plancher inébranlable, & que par l'autre il ſoûtienne un poids D. Ce bâton aura grande force, & pourra peut-être ſoûtenir un plus grand poids que quelque gros cable que ce ſoit. Néanmoins



moins la force de ce bâton n'eſt pas infinie, & l'on pourroit mettre en D un poids ſi énorme, qu'enfin le bâton ne pourroit plus réſiſter, & qu'il ſe romproit à force d'être tiré, comme feroit un cable. Je ſuppoſe que le poids D eſt le plus grand que le bâton puiſſe ſoûtenir ſans ſe rompre; de ſorte que ſi l'on ajoûtoit quelque choſe en C, le bâton ſe romproit. Imaginons maintenant que ce même bâton eſt attaché horizontalement par un bout à la muraille *A* auſſi inébranlable, & que par l'autre bout *o* on attache le même poids *d*; alors ce bâton

Figure de la page ſuivante.



bâton ne ſçauroit réſiſter, & il ſe rompra infailliblement. Et pour le montrer, imaginons que tout ce bâton ſoit attaché en A ou *A* dans ſon extrémité B ou *b* par une corde A B ou *A b*, & que ce ſoit cette corde ſeule qui réſiſte ou qui ſoûtienne tout le corps B C D ou *b c d*: il eſt certain que le poids *d* tirera la corde bien plus lors que le bâton eſt horizontal, que lors qu'il eſt vertical. Car lors qu'il eſt horizontal, il y a une balance dont le centre eſt *e*, un bras eſt *e b*, & l'autre bras eſt *e c*. Le poids *d* tirant *e*, tire avec d'autant plus de force la corde en *b*, que la ligne *c e* eſt plus longe que *e b*. Ainſi ſi l'on fait *d* à *f*, comme *c e* à *e b*, le poids *f* ſera le

le plus grand que puiſſe ſoûtenir ce bâton poſé horiſontalement, & attaché comme nous avons ſuppoſé. Or l'on conçoit aiſément que la liaiſon des parties d'un bâton de bois vient de ce que ces parties ſont en effet comme attachées non par un ſeule corde, mais par une infinité de petits filamens qui doivent ſe rompre, afin que le bâton ſe rompe.

lxxxix. *Quelle eſt la proportion de la réſiſtance du bâton en ces deux ſituations.*

Il faut prendre garde néanmoins que la proportion que je viens de mettre, ne peut pas être celle qui ſe trouve en effet dans le bois. Car ſuppoſé qu'un bâton de bois horizontal ayant un pouce de l'argeur, & 10. de longueur, eſt rompu par le poids de dix livres, il ſeroit rompu (ſelon la proportion que je viens d'aſſigner) quand il eſt vertical, par un poids de 400. livres. Cependant il eſt certain que ſi ce bâton horizontal peut ſoûtenir dix livres, il en pourra, étant vertical, ſoûtenir plus de mille, & plus de dix mille. Mais dans la proportion que j'ay aſſignée, j'ay ſuppoſé que le bâton fût attaché par quelque corde, & que tout l'effort ſe fît ſeulement à l'extrémité *b* ou B; au lieu que ce ſont une infinité de filamens qui traverſent le bâton, & qui en

lient

lient partout toutes les parties: de-sorte que l'effort de la traction ne se fait pas seulement sentir à l'extrémité *b* ou B, mais il se distribuë tout-le-long du bâton. Il faut donc imaginer le bâton, non comme une piéce solide, qui soit seulement attachée en A ou en *A* par la corde A B ou *Ab*, mais comme une suite de petites parties 1, 2, 3, 4, qui soient toutes enfilées par de semblables cordes, lesquelles cordes sont aussi tirées par le poids D ou *d*; & de cette maniére la corde qui enfile sera incomparablement plus tirée a proportion quand le bâton est horizontal; & c'est à quoy il semble que ceux qui ont traité de ceci n'ont pas fait assez de réflexion.

XC. *Premiere Hypothése pour mesurer la force du bâton tiré de long.* Figure de la page 207.

Pour connoître encore mieux ces proportions, pensons que le bâton est composé de quatre petits quarrez égaux, lesquels étant pesans eux-mêmes, tirent une corde qui les enfile en telle sorte qu'elle soit attachée aux centres de ces quatre quarrez, comme si c'étoient quatre cordes differentes. Le pémier & plus bas quarré tirant sa corde 1 2, avec un degré de force à raison de sa pesanteur; le second tirera la sienne 2 3, avec deux degrez,

degrez, parce qu'il ne la tire pas ſeulement avec ſa propre peſanteur, mais encore avec celle du prémier, ces deux quarrez ne faiſant qu'un poids à l'égard de cette corde 2 3, qui les ſoûtient. Ainſi cette corde 2 3 ſera tirée avec deux degrez. De même le 3e. quarré tirera ſa corde avec trois degrez, & le 4e. avec quatre. Que ſi maintenant nous imaginons que ce ne ſont plus quatre cordes diſtinctes, mais une ſeule corde qui enfile tout ſans être attachée qu'aux extrémitez A & C; alors tous ces degrez de tractions ſe communiqueront à toutes les parties de toute la corde; en ſorte que le degré, dont le prêmier quarre tire, ſe repand dans toute la longueur de toute la corde, & les deux degrez du ſecond quarré auſſi, & les trois du 3e., & les quatre du 4e. Ainſi tous ces degrez ſe trouvent joints enſemble au nombre de dix dans toute la corde, laquelle par conſequent eſt tirée avec dix degrez.

xci. *Et du même tiré de coté.*

Mais ſi ces quarrez ſont poſez horizontalement, tous enſemble tireront la corde *b c* comme s'ils étoient ſuſpendus du point du milieu *n*, où eſt leur centre de gravité; & comme cette ligne depuis *b* juſqu'au centre eſt quatre

Figure de la page 208.

quatre fois auſſi grande que *e b*, l corde en *b* ſera tirée par ces quarrez quatre fois autant qu'elle l'eſt dans la 1re. figure où les quarrez ſont poſez verticalement. Ainſi la corde du 4e. quarré étant tirée avec quarre degrez dans la 1re. figure, elle le ſera avec 16. degrez dans la 2e. figure. De même la corde du 3e. quarré ſera tirée avec 9. degrez, celle du 2e. avec 4. & celle du prémier avec un: & tous ces degrez joints enſemble feront 30. degrez, avec leſquels la corde ſera tirée.

xcij. *Progreſſion Arithmétique & progreſſion des quarrez qui ſe rencontrent ici.*

D'où l'on voit que les degrez de traction croiſſent arithmétiquement dans les parties verticales, comme le nombre des mêmes parties; & que dans les horizontales ils croiſſent comme les quarrez des mêmes nombres.

xciij *Seconde Hypothéſe.*

Si au lieu d'avoir partagé le bâton en quatre parties, on s'imaginoit qu'il fût partagé en 8. tous les degrez de traction dans la corde verticale étant 36. (ce qui provient de la ſomme de tous ces nombres arithmériques 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8.) les degrez de la corde horizontale ſeront 204. (ce qui provient de la ſomme de tous ces 8. quarrez 1. 4 9. 16. 25. 36. 49. 64.)

D'ou

D'où il paroît que la force de la traction peut croître infiniment davantage dans le bâton horizontal, plus que ne porte la régle générale que j'avois posée dans l'article 88. qui est néanmoins l'unique qui avoit été assiguée jusques ici par les Auteurs.

xciv. *Expression géométrique de la force de ces bâtons.*

Si l'on fait un peu de réflexion sur ceci, on verra bien qu'il se peut prendre une si petite partie du bâton, qu'elle tirera autant (& même davantage) étant verticale qu'étant horizontale. Imaginons donc que la partie B 4. ou *b* 4. dans les mêmes figures des pages 207. & 208. (est celle qui est également tirée dans l'une & dans l'autre position. Ensuite si l'on allonge le bâton jusqu'en C & *c*, des mêmes figures, il faut examiner combien il sera tiré étant horizontal, & combien étant vertical. Imaginant le bâton composé d'une infinité de parties, dont les filamens aillent de bout en bout; soit tirée la Parabole A D G, & la tangente A E, la paralléle à l'axe B D, en sorte que A B soit égale à la longueur de la partie du bâton B 4. ou *b* 4 Soit de plus tirée la ligne droite A C F, en sorte que le traingle rectiligne A C B soit égal à l'espace parabolique A D B. Aprés cela, soit

ſoit priſe A E égale à la longueur de tout le bâton B C, ou *bc*, & tirée la paralléle E F G: je dis que le triangle A E F repréſantant la force de la traction dans le bâton vertical, (comme le triangle A B C repréſente la traction dans la ſeule partie B,) l'eſpace parabolique A G E repréſentera la traction dans la bâton horizontal.

L'effet

L'effet ſera toûjours le même, ſoit que la force ſoit ramaſſée dans une ſeule corde, qui enfile toutes les parties du long du bâton, ou qu'elle ſoit diſtribuée entre pluſieurs cordes. Car il eſt aiſé de voir que ſi la force ou la réſiſtance qui étoit dans la ſeule corde du milieu *A b*, étoit diviſée dans les deux cordes des extrémitez *b*, *e*, également éloignées du milieu *b* ou bien dans les trois *o*, *b*, *e*, ou dans tant que l'on voudra, qui ſoient rangées également de part & d'autre pardeſſus & pardeſſous le milieu; il eſt, dis je, aiſé de voir que le poids *d* ſurmontera également toute cette réſiſtance réünie au milieu, ou diviſée autour du milieu: Car ce qui ſe gagne de force dans les cordes de deſſus en s'éloignant du point d'appuy *e*, ſe perd dans les corde de deſſous, qui s'approchent du même point d'appuy *e*.

xcv. *La reſiſtance eſt la même, ſoit qu'elle ſoit réünie en un ſeul filament, ou qu'elle ſoit diviſée entre pluſieurs.*

Davantage, en tout ceci nous avons ſuppoſé que ce qui fait la liaiſon des parties de ce bâton, étoient comme des cordes qui enfilent tout le long toutes les parties du bâton, en ſorte que ces cordes étant tirées par un bout, ſont auſſi tirés par l'autre bout. Mais cela n'eſt pas ainſi, & ſans doute

xcvi. *On ne ſçauroit donner une régle générale pour la reſiſtance de tous les corps.*

te les filamens qui lient les parties du bois, ou des autres corps qui ſe caſſent, ne vont pas librement de bout en bout; mais au contraire, il eſt certain qu'ils ſont fort cours, dans les unes plus, & dans les autres moins, ſelon que les corps ſont plus ou moins bruſques. Et comme il n'eſt pas poſſible de ſçavoir cette longueur, dont la diverſité change infiniment les proportions des forces & des réſiſtances; je ne crois pas auſſi qu'il ſoit poſſible de donner une régle générale, pour déterminer ces proportions dans les corps particuliers.

xcvij *Une corde tirée ſe rompt au milieu.*

On peut néanmoins faire quelque réfléxion, pour voir l'endroit où les corps ſe doivent rompre en ployant, ou étant tirez. Prémiérement, une corde tirée par quelque force étrangére doit ſe rompre au milieu préciſément, parce que la traction ſe diſtribuant partout également, la rupture doit ſe faire dans l'endroit de la corde le plus foible. Or cét endroit eſt juſtement au milieu; parce que vers les extremitez, les filamens ſont attachez aux endroits où les bouts de la corde ſe tiennent: ainſi ils peuvent réſiſter davantage, & tenir plus fortement les filamens qui ſuivent, & qui

qui s'embaraſſent avec ces prémiers: de-ſorte que ces ſeconds filamens tiendront mieux que les troiſiémes, & ceux ci mieux que les quatriémes, & ainſi des autres, juſqu'à ceux du milieu.

xcviij. *Où ſe rompent les autres corps.*

Par même raiſon, ſi les filamens qui lient les parties des corps étoient entrelacez comme dans les cordes, & alloient librement de bout en bout, ces corps tirez ſe romproient auſſi au milieu: mais puiſque ces filamens ne vont pas ainſi de bout en bout, il faut que ces corps ſe rompent dans l'endroit où ſe fait la traction la plus violente; & il faut maintenant rechercher où ſe fait une telle traction.

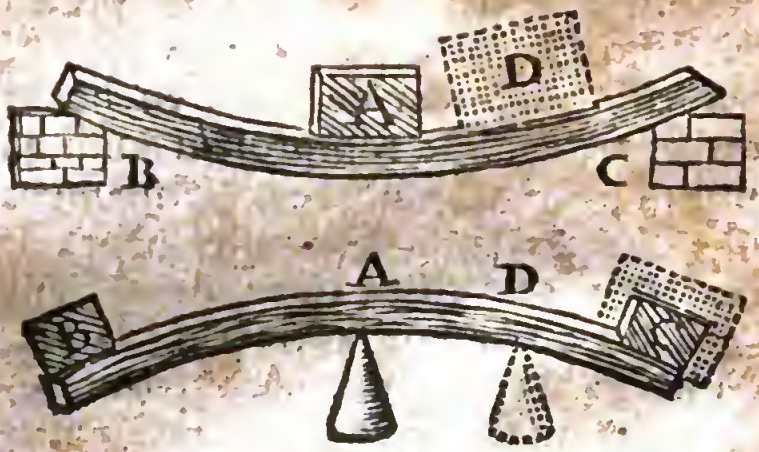
xcix. *Bâtons que l'on rompt ſur le genouïl*

Si l'on prend un bâton par les deux bouts, & qu'on le faſſe ployer, en mettant le genouïl au milieu entre les deux mains, la plus grande traction ſe fera au milieu ſur le genouïl: Car il eſt bien manifeſte que les parties qui ſont au milieu ſur le genouïl dans le côté convéxe, ſont tirées en deux ſens oppoſés, les unes vers la main droite, & les autres vers la main gauche; au lieu que les parties qui ſont, dans la moitié du bâton, qui eſt vers la main droite, ne ſont tirées proprement qu'en un ſens: ainſi la divi-

sion, ou la rupture se doit faire sur le genouïl; outre que c'est-là où le levier étant plus long, donnera aussi plus d'avantage.

c. *Poutres, ou pierres appuyées par les deux bouts.*

De même, s'il y a une poutre, ou une longue pierre appuyée sur deux



murailles B, C, & qu'au milieu A on pose un grand poids, qui fasse ployer cette poutre ou cette pierre, la rupture doit se faire au milieu A. Car il se fait ici une balance renversée; & comme si dans la deuxiéme figure un bâton étoit appuyé sur le pivot A, & qu'aux deux extrémitez il y eût deux poids égaux B, C, ce bâton seroit courbé de même que si on le tiroit par les deux bouts avec les mains sur le genouïl, & la ruprure se feroit au milieu: ainsi dans la premiere figure le

poids

poids preſſant en A, les deux bouts B & C demeurant immobiles, le même effet doit s'enſuivre, & la rupture doit ſe faire en A.

Si au lieu de mettre le poids (dans la prémiére fig.) ou le geuouïl (dans la deuxiéme) au milieu A, on le mettoit à côté en D; il faudroit plus de force pour rompre le corps C B. Car dans la deuxiéme figure, afin que les filamens qui ſont en D ſoient tirez maintenant avec la même force que l'étoient ceux d'A, quand le ſoûtien y étoit, il faut que la force (ponctuée) appliquée ſur C, ſoit d'autant plus grande, que la diſtance C D eſt plus petite, en ſorte que comme C D eſt à C A, ainſi ſoit la force qui tire quand l'appuy eſt en A, à la force (ponctuée) qui tire quand l'appuy eſt en D. Il eſt vray auſſi qu'alors la force appliquée en B doit diminuer d'autant plus que la diſtance B D augmente; mais on voit bien que cette diſtance B D ne peut augmenter au plus que du double, &. qu'ainſi la force appliquée en B ne doit jamais diminuer tout au plus que de la moitié, pour tirer également en D: au lieu que la diſtance C D pouvant diminuer à l'infini, du bouble, du tri-

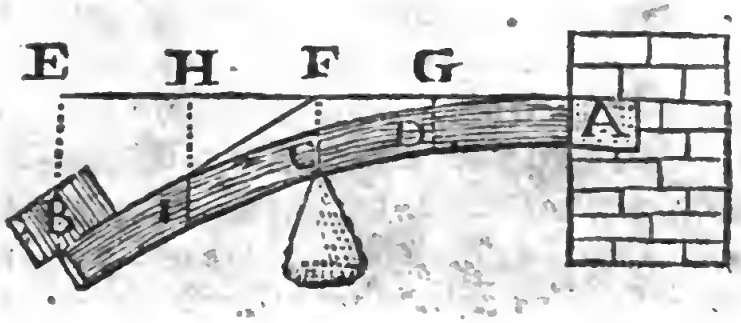
ci. *Poutres, ou pierres preſſées hors du milieu.*

ple, du centuple, & de toute autre proportion que l'on voudra; on doit auſſi augmenter du double, du triple, du centuple, & à l'infini, la force en C afin qu'elle contrebalance à la force appliquée en B, & qu'elle tire la partie D avec la même violence que le prémier poids C tiroit les parties A, lors que le ſoûtien y étoit. D'où l'on voit auſſi qu'il faut bien plus de force pour rompre un bâton lors que le genouïl n'eſt pas au milieu entre les deux mains, que lors qu'il y eſt. Il en eſt de même à l'égard de la prémiére figure. La proportion de ces forces, qui font ainſi le même effet, s'exprime en cette ſorte. Les forces C & B (lorſque le ſoûtien eſt en D,) ſont enſemble aux forces C & B (lors que le ſoûtien eſt en A,) comme le rectangle C A B au rectangle C D B.

Force des poutres ou des pierres.

ccj. Mais ſi une bâton, ou une poutre, ou quelqu'autre corps, eſt attaché à une muraille par un bout A, & que par l'autre bout B on le preſſe, ſoit avec un poids qu'on mettroit par deſſus, ſoit avec la main; la rupture ſe feroit au milieu C entre A & B; ſuppoſé que les filamens qui en font la liaiſon fuſſent entrelacez, comme ils le

ſont



ſont dans les cordes, & que d'ailleurs ils allaſſent librement de bout en bout. Mais puiſque ces filamens ne vont pas ainſi d'un bout à l'autre, la rupture ſe doit faire au milieu de la derniére partie vers A, parce que c'eſt-là que ſe fait la plus grande traction, tant à cauſe du plus grand poids qui y agit, lorſque tout le corps A B eſt peſant, qu'à cauſe que le levier y eſt plus long.

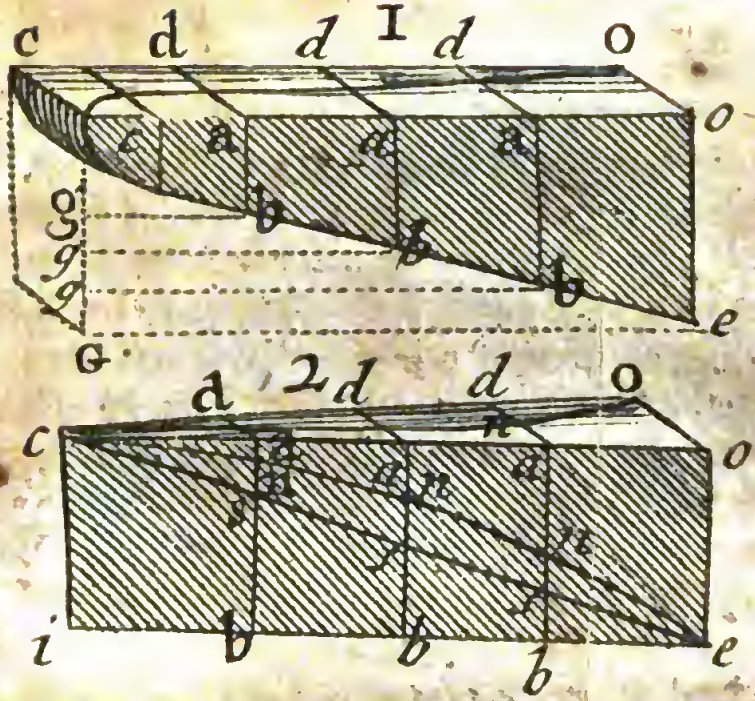
ciij. *Ces corps ſe courbent en Parabole.*

Le poids ou la force appliquée en B, tirera en bas toutes les parties du corps A B, comme s'il étoit ſuſpendu de chaque partie I C D; & tout ce corps A B ayant, comme nous ſuppoſons, la faculté de ployer partout, il ſe fait ici d'une façon renverſée, ce qui ſe fait dans les cordes tenduës, ou

plutôt dans les filets attachez par les deux bouts, ſur leſquels ſeroient appuyées des lignes paralléles également peſantes & également éloignées les unes des autres, qui contraindroient les filets de ſe courber en Parabole, comme il a été démontré dans l'article 76. Auſſi en cette rencontre le corps A B ſe courbe en Parabole, diſpoſée à rebours de l'autre, comme il eſt aſſez aiſé de le prouver en appliquant ici les démonſtrations de cét article 76. & des ſuivants, & en faiſant voir que les tangentes A F, B F, ou quelques autres que ce ſoient, doivent ſe couper au milieu entre les deux points A & B, ou entre les autres par où l'on aurbit tiré ces tangentes.

CIV. *Régles générales de la réſiſtance des ſolides,*

Voicy maintenant quelques propoſitions générales touchant la *reſiſtance des ſolides*, dont la démonſtration ſe peut faire géometriquement ſur ce que nous venons d'établir, & dont chacun pourra tirer une infinité de Problêmes utiles & agréables. Nous ſuppoſons ici, pour plus grande facilité, que les corps dont nous parlons, & que nous comparons enſemble, ſont des Priſmes, dont les ſections ou les baſes ſont des figures ſemblables,



BIBLIOTECA NACIONAL DE MEDICINA

bles, à moins que dans quelque cas particulier on ne diſe expreſſément quelque autre choſe. Nous ſuppoſons auſſi, ſi on ne s'explique autrement dans les cas particuliers, que tous ces corps ſont unis en telle ſorte qu'ils ſe rompent ſeulement au bout où ils ſont attachez, comme s'ils y étoient arrêtez par des cordes qui ſe rompiſſent à force de tirer ces corps.

CV. *Des corps attachez horizontalement par un bout.*

I. *Si les corps attachez par un bout ſont d'égale groſſeur, l'effort qu'ils font à ſe rompre par leur propre peſanteur, eſt en raiſon doublée de leur longueur.* Car dans la figure de la page 208. prenant tout le corps A *c* d'une part; & d'une autre part prenant ſeulement A *s*, dont la longueur ne ſoit par exemple, que la 4e. partie de la longueur A *c*; le corps A *c* agira contre *b* pour le rompre, comme s'il étoit ſuſpendu de ſon milieu *n* où eſt ſon centre de gravité; & le corps A *s* agira comme s'il étoit ſuſpendu du point 4, où eſt ſon milieu & ſon centre de gravité. Or A *n*. A 4 :: A *c*. A *s*. Ainſi donc le corps A *c* agira plus fortement par celà ſeul, qu'il eſt appliqué plus loin que ne l'eſt A *s*: & cette augmentation d'action ou de force priſe de ce ſeul chef ſera comme la longueur A *c*

à la longueur A *s*. c'eſt-à-dire 4. fois plus grande. Mais d'autre part, le corps A *c* étant plus peſant, ſçavoir 4. fois plus que le corps A *s*, comme la longueur A *c* eſt 4. fois plus grande que la longueur A *s*; ce corps A *c* agira encore de ce chef avec plus de force ſelon la même raiſon de la longueur A *c* à la longueur A *s*, c'eſt-à-dire, 4. fois plus fortement. Ainſi tout le corps A *c* agira en tout ſelon la raiſon priſe deux fois, (c'eſt-à-dire, ſelon la raiſon doublée) de la longueur A *c* à la longueur A *s*, c'eſt à-dire, que A *c* agira 16. fois davantage que ne fera A *s*. Et ſi ce qui tient ces corps en *b* étoient des cordes, il faudroit que les cordes qui tiennent le corps A *c* fuſſent 16. fois plus fortes.

II. *Si les corps ſont de même groſſeur, la force à ſoûtenir un fardeau, faiſant préciſion de ce que peut faire leur propre peſanteur, eſt ſimplement en raiſon reciproque des longueurs, en prenant la longueur depuis l'endroit où ils ſont attachez, juſqu'à l'endroit où eſt appuyé le fardeau.* Si le corps A *c* peut ſoûtenir ſur *c* un millier peſant, il pourra ſoûtenir ſur *s* quatre milliers ſans ſe rompre: Car le même fardeau *d* poſé pré-

prémiérement en *c*, & puis en *s*, agira plus fortement en *c* qu'en *s* dans la raiſon de la longueur A*c* à la longueur A*s*, c'eſt-à dire, 4. fois davantage.

III. *S'ils ſont de méme longueur, la force abſoluë à ſoûtenir un fardeau ſans ſe rompre, faiſant préciſion de ce que peut faire leur propre peſanteur, eſt en raiſon triplée des largeurs.* Comme ſi le corps A*c* a prémiérement toute la largeur *e o* & puis qu'on le diviſe, & qu'on ne luy laiſſe que la largeur *e b*, par exemple, la moitié; il eſt manifeſte qu'il ne tiendra pas ſi fort dans la ſurface qui n'a que cette petite largeur *e b*, que dans la ſurface qui a la largeur (deux fois) plus grande *e o*; & que la différence ſera comme ces ſurfaces, ou en raiſon doublée des largeurs *e b*, *e o*, c'eſt à-dire, du quadruple. Car comme chaque point de ces ſurfaces *e o* ou *e b*, eſt uni à autant de points du corps A par des fibres, comme par autant de petites cordes qui l'y tiennent; plus cette ſurface *e o* ſera grande à l'égard de la ſurface *e b*, plus auſſi ſera-t elle attachée fortement, puis qu'elle y ſera attachée avec plus de fibres ou de cordes. De plus, à raiſon du levier,

dont le centre eſt *e*, un bras eſt *cb*, l'autre bras, dans le corps *coe*, eſt *eo*, & dans le corps *cbe*, c'eſt *eb*; d'où il ſuit que le corps *coe* donne moins de priſe, & a plus d'avantage dans la même raiſon d'*eb* à *eo*, c'eſt-à-dire, du double. Ainſi la force entiére de tout le corps *coe* à celle du corps *cbe*, ſera en raiſon triplée d'*eo* à *eb* c'eſt-à dire, huit fois plus grande.

IV. *S'ils ſont de même longueur, l'effort qu'ils font à ſe rompre par leur propre peſanteur, eſt ſimplement en raiſon des largeurs.* Si les corps *coe*, *cbe*, étoient attachez ſeulement par des cordes en *o* & en *b* il faudroit que les cordes d'*o* fuſſent deux fois auſſi fortes que celles de *b*. Car à la verité tout le corps *coe* a plus de peſanteur que le corps *cbe*, en raiſon doublée des largeurs *oe*, *be*, c'eſt-à dire, quatre fois plus. Mais à raiſon du levier, dont le centre eſt *e*, un bras eſt *ce*, un autre bras dans le corps *coe* eſt *eo*, & dans le corps *cbe*, c'eſt *eb*; donc l'effort du corps *coe* eſt plus petit que celui de *cbe* en raiſon d'*eo* à *eb* c'eſt-à dire du double, Ainſi tout l'effort du corps *coe*, ſera à l'effort du corps *cbe* ſimplement en raiſon d'*eo* à *eb*, c'eſt-à dire, double.

V. *Dans*

V. *Dans les corps de même longueur, qui font effort de se rompre par leur propre pesanteur, la force respective, c'est-à dire, la resistance qu'ils font pour ne point se rompre, à l'égard de l'effort que fait leur pesanteur : ou bien l'effort que fait la pesanteur à l'égard de la force à resister, est en raison doublée des largeurs.* Car absolument parlant le corps *c o e* est plus fort que le corps *c b e*, en raison triplée d'*o e* à *be*, par la 3e. propos. de cét article. Mais aussi l'effort que fait la pesanteur du corps *c o e* contre *o e* est plus grand en raison simple d'*o e* à *b e*, par la 4e. propos. Ainsi la force de tout le corps *c o e* comparée avec l'effort de sa pesanteur, est à la force du corps *c b e* comparée aussi avec l'effort de sa pesanteur, en raison doublée d'*o e* à *b e*.

VI. *En tout cecy, la longueur du bras vertical du levier, se doit prendre depuis le point d'appuy (e) jusqu'à la hauteur du centre de gravité de la surface (e b o.)* Car comme chaque point de cette surface *e b o* tient avec une certaine force, & résiste à l'effort que fait l'autre bras, nous pouvons imaginer cette force, de chaque point, comme une pesanteur qui le feroit aller vers le corps A comme vers son horizon :

Ainſi le centre de cette eſpéce de peſanteur ſeroit au même point, où eſt en effet le véritable centre de gravité de cette ſurface. Mais comme ce centre de gravité ſe trouve toûjours dans les figures ſemblables, dans une diſtance du point *e* proportionnée aux hauteurs *eb*, *eo*; on peut prendre indifféremment pour bras des balances, ou les hauteurs des ſurfaces, ou les diſtances, juſqu'au centre de gravité.

II. *Dans tous les corps, de quelque longueur & de quelque largeur qu'ils ſoient, la force abſolue eſt en raiſon compoſée de la raiſon triplée des largeurs, (ſi les ſections ſont des figures ſemblables, ou ſi elle ne le ſont point, de la raiſon des ſurfaces & de la raiſon des hauteurs, juſqu'au centre de gravité,) & de la raiſon réciproque des longueurs.*

cvi. *Des corps appuyez horizontalement ſur les deux bouts.*

VIII. *Les corps appuyez par les deux bouts ont deux fois autant de force que ceux qui ne ſont attachez que par un bout, & qui d'ailleurs auroient même groſſeur & même longueur.*

IX. *Les régles précédentes ſont véritables dans les corps appuyez ſur les deux bouts, ayant égard à la force qu'ils ont á porter ſur le milieu, ſans s'y rompre.*

X. *Dans*

X. *Dans les corps de même longueur & de même groſſeur, dont les uns portent un fardeau ſur le point du milieu* A, *& les autres ſur un point* D *hors du milieu plus près d'un bout que de l'autre; les forces à porter ainſi ſans ſe rompre, faiſant préciſion de leur propre peſanteur, ſont réciproquemont comme les rectangles des ſegmens* CAB, CDB. (101.) Fig. de la page 218.

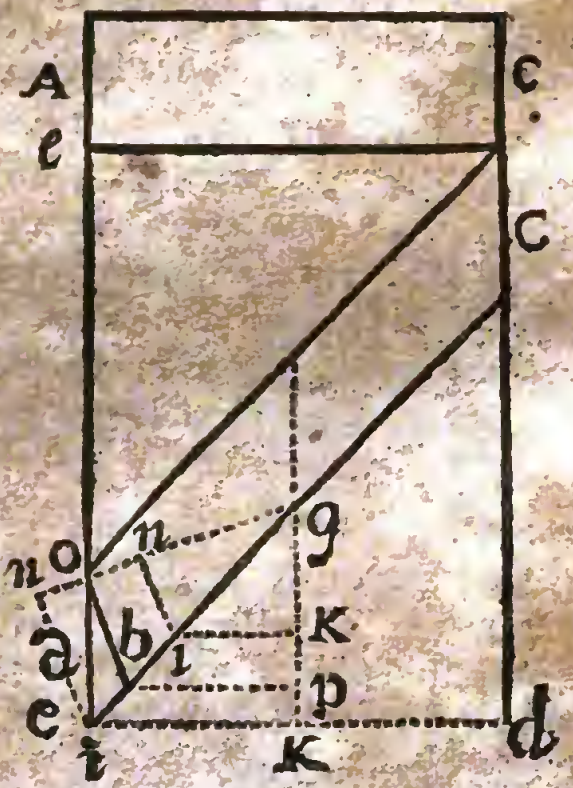
XI. D'où il ſuit que *ſi le corps étoit de telle figure, que ſa ſection de bout en bout fût circulaire ou elliptique, & que les ſections de travers fuſſent des figures ſemblables, il ſeroit partout également fort.* Car ces ſections de travers ſont toûjours égales ou proportionnelles aux rectangles CDB.

cvij. *Des corps inclinez.*

XII. *Dans les corps inclinez attachez par un bout, ou appuyez ſur les deux bouts, les forces abſoluës de leurs extrémitez ſont comme dans les corps de même longueur horizontale,* (*c'eſt-à-dire, qui ſeroient terminez entre deux plans verticaux & paralleles,*) *& dont les ſections faites par un même plan vertical, ſeroient égales.* Ainſi le corps incliné (ca) a autant de force en (eo,) que l'horizontal cA, quoy qu'il ſoit plus long & plus étroit, pourvû que tous les deux ſoient de même longueur horizontale: ſçavoir que tirant cd verti- Figure ſuivante.

cale, & *de* horizontale, on trouve *de* égale à *c* A : & que d'ailleurs la ſurface (e o) ſoit auſſi égale à la ſurface *e o*, & *c* à (c), & la hauteur *e o* à la hauteur (e o.)

XIII. *Déterminer l'endroit où un corps incliné attaché par un bout ſe doit rompre, en conſiderant toutes les parties de ce corps unies en long par les mêmes filamans qui les traverſent de bout en bout*, De l'extrémité (o) de la ſurface d'enhaut, au point *g* de la ſurface d'embas, où eſt la ligne de direction de



tout

tout ce corps, tirez la ligne droite o *g*, sur laquelle soit perpendiculaire o *b*; je dis que le corps se doit rompre en o *b*. Car imaginant le point *b* comme le centre d'une levier, dont un bras seroit *b p* sur lequel est appuyé tout le poids du corps (a c,) & l'autre bras seroit *b* o, qui résisteroit à la division: De même imaginant un autre point, quel qu'il soit, *i*, plus haut ou plus bas dans la même surface, comme centre d'un autre levier *k i* o; s'il se trouve toûjours que *p b* ait plus grande raison à *b* o, que *k i* n'en a à *i* o, c'est-à-dire que le bras *i* o soit plus grand à l'égard du bras *i k*, que *b* o ne l'est à l'égard de *p b*; il sera vray aussi que le poids (a c) agira plus fortement dans le levier *p b* o, que dans le levier *k i* o. Or cela se trouve en effet; car tirant *i n* paralléle à *b* o, ou perpendiculaire à *g* o, il sera toûjours vray que *p b*. *b* o :: *k i*. *i n*, à cause que tant *p b*, *k i*, que *b* o, *i n*, sont comme *g b*, *g i*. (Géom. 6. 42.) Or *i* o est toûjours plus grande que *i n*, (Géom. 2. 19.) puis que par la supposition *i n* est perpendiculaire: ainsi *i* o sera toûjours plus grande à l'égard de *k i*, que *b* o ne l'est à l'égard de *p b*; & par consequent la surface en *i* o est plus forte,

te, & réſiſte plus au bras *ik*, que ne fait la ſurface *b o* au bras *pb*; c'eſt donc en *b o* que ce corps eſt le plus foible, & c'eſt là auſſi qu'il ſe doit rompre.

cviij. *Conſole parabolique également forte par toutes ſes parties.*

Figure 3.

Suppoſant encore que toutes les parties du corps ſont également fortes, & également diviſibles à proportion de leur grandeur; imaginons une Conſole, dont la ſurface d'enhaut, ſoit un parallélogramme *o* C, les ſurfaces paralléles des deux côtez paraboliques *o c b e*, dont l'axe eſt *oc*, ou O C, le ſommet *c*, ou C, les appliquées verticales *o e*, *ab*; cette Conſole ſera également forte par toutes ſes parties à porter un fardeau ſur l'extrémité *c* C, faiſant préciſion de ce que peut faire ſa propre peſanteur. Car prenant la ſurface *b a d*, le bras *b a*, dans la balance *a b g*, ſera plus grand à l'égard du bras *b g*, que le bras *e o* ne l'eſt à l'égard du bras *e* G, dans la balance *o e* G; & cette difference eſt en raiſon ſoûdoublée des longueurs *c a*, *c o*, c'eſt-à-dire, en raiſon de *b a*, *e o*, ſuivant la nature de la Parabole. Mais d'ailleurs auſſi la ſurface *b a d* eſt plus foible que la ſurface *e o* O, en même raiſon d'*e o*, *b a*. Ainſi la foibleſſe de la ſurface *b a d* étant

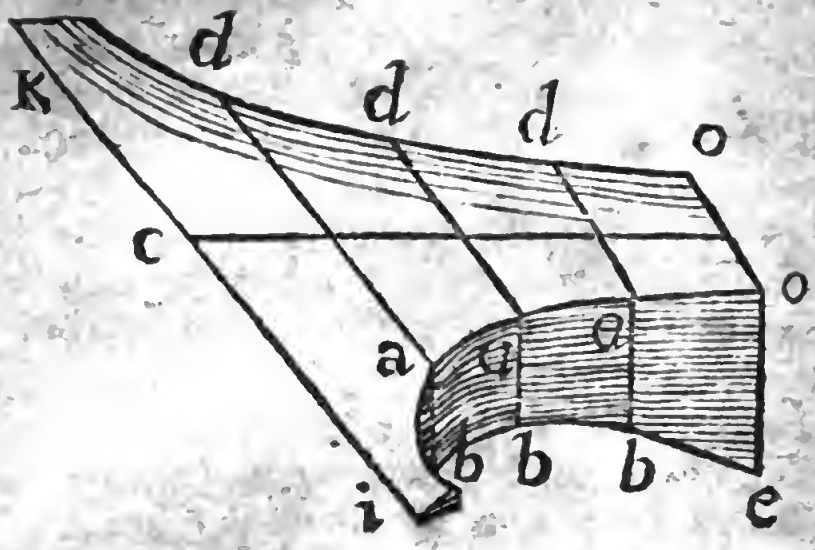
étant compensée par la grandeur du bras *b a*, cette surface *b a d* doit résister au poids qui agiroit par le bras *b g*, autant que la surface *e o* O résiste au même poids qui agit par le bras *e* G.

De même, si un autre Console a les deux surfaces de dessus & de dessous égales, paralleles & triangulaires; & les surfaces des côtez parallélogrammes *o e i c*, en sorte que *o e*, *i c*, soit verticales; cette Console sera aussi également forte partout à porter un fardeau sur c Car le fardeau agiroit contre la surface *b a d* plus foiblement que contre la surface *e o* O, comme *b i* est plus court que *e i*; mais aussi la surface *b a d* tiendroit moins que la surface *e o* O, comme *a d* est plus court que *o* O, c'est-à-dire comme *i b. i c.*

cix. *Console triangulaire également forte partout.* Figure 2.

De même; si la surface d'enhaut est un plan terminé par deux Hyperboles asymptotes *o a a*, O *d d*, & par la droite asymptote *i k*, le surface d'embas un plan *e i k*, les surfaces des côtez courbes faites par des verticales *a b*, *a b*, & *d*, *d*; cette Console sera aussi également forte partout à porter un fardeau sur le point *c*, ou sur toute la ligne *i k*, pourvû que ce far-

cx. *Console hyperbolique également forte partout.*



fardeau ſoit également étendu par-deçà & par-delà le point *c*. Car ſuivant la nature de l'Hyperbole, toutes les ſurfaces *b a d*, paralléles à la ſurface *e o O*, ſant toûjours égales, & les balances *o e G*, *a b g*, toûjours ſemblables.

cxi. *Pyramide horizontale également forte partout.*

Mais ſi dans la figure 2. de la page 232. on imagine une ſorte de Pyramide *c n e*, dont les ſections *n a n*, paralléles à la baſe *e o O*, ſoient ſemblables, & la ſection verticale *c n e*, ſoit une Parabole, dont l'axe eſt *c i*; cette Pyramide poſée horizontalement ſera également fort partout, ayant égard à l'effort que fait ſa propre peſanteur. Car l'effort de la partie

tie *can* à l'effort de tout le corps *coe*, ayant égard à la seule pesanteur, est en raison composée des longueurs *ca*, *co*, & des surfaces *nan*, *eo*O : car ces corps *coe*, *can*, sont toûjours la cinquiéme partie des Prismes qui ont même base *eo*O, ou *nan*, & même longueur *oc*, ou *ac*, & par conséquent sont comme ces Prismes en raison composée des longueurs *oc*, *ac*, & des surfaces *eo*O, *nan*. Et ayant égard aux leviers, dont les centres seroient *n* ou *e*, un bras *na* ou *eo*, un autre bras égal à la distance *ac* ou *oc* (ou à la sixiéme partie de cette distance, où l'on peut démontrer que se trouve le centre de gravité des corps *can*, *coe*, (l'effort de la partie *can* à l'effort de tout le corps *coe*, est réciproquement comme *ca*, *co*; ainsi tout l'effort de ces Corps, tant à raison de la pesanteur, qu'à raison du levier, est en raison des surfaces *nan*, *eo*O : mais aussi la force, ou la résistance des surfaces *nan*, *eo*O, est comme les surfaces mêmes *nan*, *eo*O.

cxij. *Pyramides verticales également*

Nous pouvons considérer maintenant une Pyramide posée verticalement comme les pointes des clochers, & examiner la force qu'elles ont à resi-

fortes partout

réſiſter au vent, & à ſe ſoûtenir. Si c'eſt une Pyramide, dont la ſection par l'axe ſoit rectiligne, comme *es co* & que nous faſſions préciſion de la peſanteur, conſidérant ſeulement la liaiſon qu'ont les parties entr'elles; elle ſera également forte partout, pour réſiſter au vent qui feroit effort pour l'abbatre. Car la force du vent qui ſouffle ſur toute la ſurface *oesc*, eſt à la force du vent qui ſouffle ſur la partie *asc*, comme toute la ſurface *oesc* à la partie *ase*, c'eſt-à-dire, en raiſon doublée de *oc*, *ac*: mais auſſi la force qui tient les ſurfaces *eo O*, *sad*, eſt comme ces ſurfaces même, c'eſt-à-dire, en raiſon doublée de *eo*, *sa*, ou de *oc*, *ac*; & d'ailleurs les balances *ceo*, *csa*, ſont ſemblables, en prenant pour un de leurs bras *ce*, & *cs*, ou bien leur tiers, où ſe trouve le centre de gravité des ſurfaces *ceo*, *csa*, contre leſquelles le vent ſouffle.

Fig. 2. de la page 232.

cxiij. *Tour parabolique également forte par tout*

Si la ſection par l'axe de la Pyramide eſt la Parabole *cbe*, dont l'axe eſt *co*, cette Pyramide ſera également forte partout pour réſiſter au vent, ayant égard à la force de la peſanteur des parties qui réſiſtent par leur propre poids. Car la force du vent qui ſouf-

ſouffle ſur toute la ſurface paraboli- Fig. 1. ne la page 232,
que *o b e c*, eſt à la force du vent qui ſouffle ſur la partie *a c b*, comme toute cette ſurface à cette partie, ou en raiſon compoſée de *c o*, *c a*, & de *o e*, *a b*: & ayant égard aux leviers, dont un bras ſeroit la hauteur *o c*, ou *a c*, (ou bien la diſtance, qui eſt toûjours proportionnelle à cette hauteur, juſqu'au centre de gravité de ces ſurfaces paraboliques, & par conſequent de la force du vent, (& l'autre bras ſeroit *e o*, ou *a b*; l'effort du vent ſeroit plus grand contre *o e* que contre *a b*, en raiſon de *o e*, *a b*; de-ſorte que tout l'effort du vent, tant à raiſon de la grandeur des ſurfaces ſur leſquelles il ſouffle, qu'à raiſon du levier, eſt toûjours en raiſon compoſée de *o c*, *a c*, & de la raiſon doublée d'*o e*, *a b*. Mais auſſi la réſiſtance ou la force des ſurfaces *e o O*, *b a d*, eſt comme la peſanteur des corps *e o c*, *b a c*, c'eſt-à-dire, en raiſon compoſée de la raiſon d'*o c*, *a c* & de la raiſon doublée d'*o e*, *a b*.

CXIV. *Endroit le plus foible d'une*

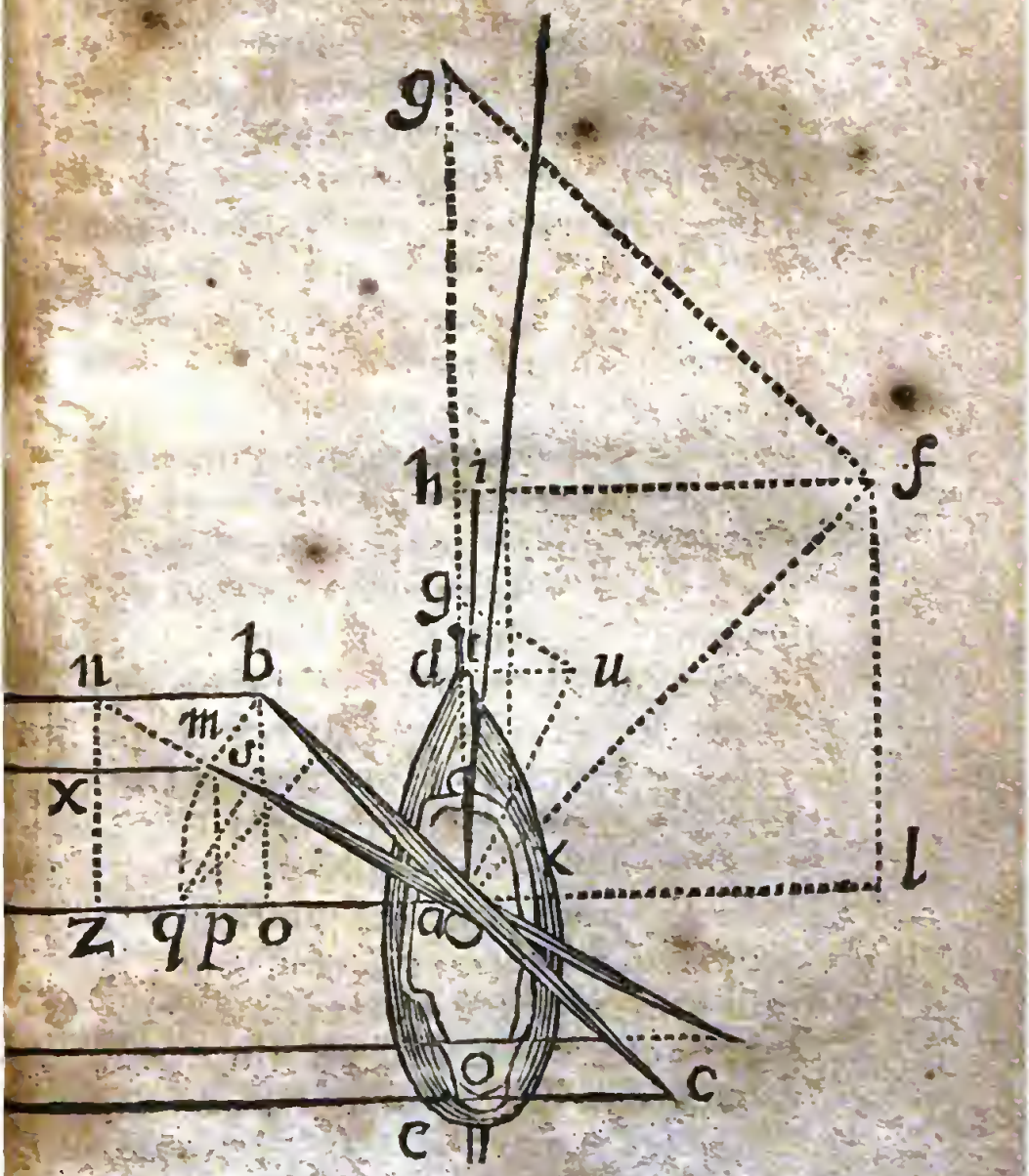
On voit bien par-là que la Pyramide *o c s e* eſt eſt plus forte vers le bas *o e*, que vers le haut *a s*, ou (a s,) ſi l'on a égard à la réſiſtance que fait en effet la

Pyramide épointée.

la pesanteur : Mais si la Pyramide est coupée vers la pointe en (a s) elle sera plus forte vers le bas & vers le haut, que vers un endroit de l'entre deux : & c'est un problême assez beau, que de déterminer l'endroit où cette Pyramide est ainsi le plus foible, & où par conséquent le vent la doit rompre & l'abbatre. Voicy comme le Problême se propose. *Une Pyramide épointée* (a s e o) *étant donnée, trouver la section* (s a s) *parallele à la base* e o O, *qui soit telle que le trapéze* (a s s a) *multiplié par la ligne tirée de son centre de gravité perpendiculairement sur sa base* (s a,) *ait plus grande raison au morceau pyramidal* (a s s a d,) *multiplié par la base du trapéze* (s a,) *que tout autre trapéze fait par une autre section, & multiplié de même par la ligne tirée de son centre de gravité sur sa base, au morceau pyramidal emporté par cette nouvelle section, & multiplié par la base de ce nouveau trapéze.* Ce Problême est plus long que difficile.

CXV. *Application des régles de Méchanique*

Toutes ces connoissances peuvent être de grand usage dans l'Architecture & dans les autres Arts ; & si des ouvriers aidez seulement par une longue expérience & par un bon sens, peuvent juger de la fermeté ou des défauts d'un


g
h
i
f
g
n
b
d
u
m
s
x
k
l
z
q
p
o
a
o
c
c

au mouvement d'un Vaisseau.

d'un Bâtiment & de choſes ſemblables ; il n'y a point de doute, que ſi ce bon ſens & cette longue partique eſt aidée de ces connoiſſances de Méchanique, ils pourront juger avec incomparablement plus d'aſſûrance ; ils trouveront mieux les remédes aux inconvéniens qui ſe préſenteront ; ils prendront leurs précautions avec plus de ſûreté, & s'épargneront ſans doute bien des frais inutiles. Ce diſcours, qui ne doit contenir que les régles générales, ne ſemble pas permettre qu'on en faſſe icy une application particuliére ; mais je croy qu'on ne ſera pas marry de voir dans un exemple quelque eſſay de l'uſage que l'on peut faire des Méchaniques, pour expliquer la Nature, & pour perfectionner les Arts. Je prens donc pour ſujet le mouvement d'un Vaiſſeau qui eſt ſans doute un des plus beaux ouvrages de l'Art, & où l'induſtrie des hommes ſemble le mieux ménager les loix méchaniques de la Nature.

CXVI. *Démonſtration du chemin d'un*

Conſiderons donc un Vaiſſeau *d a e* dont la grande vergue *b c* ſoûtienne la voile dans la même ſituation, randis que le vent ſouffle de coté *n b*, *z a*. Tirons la perpendiculaire à la vergue, ſçavoir

ſçavoir $a f$, & une autre ligne $a d g$ ſuivant la quille du Vaiſſeau, une troiſiéme $f g$, paralléle à la vergue ou à la voile. Suivant ce qui a été démontré au diſcours du Mouvement local §. 28. l'effort du vent pouſſeroit la vergue vers $a f$; & ſi le Vaiſſeau étoit tout rond comme une boule, ſe pouvant mouvoir indifféremment de tous côtez avec la même facilité, il ſeroit mû en cette rencontre vers $a l$, puis que c'eſt de ce côté-la qu'il ſeroit pouſſé par le vent. Mais le Vaiſſeau étant plus long que large, & ayant plus de facilité à ſe mouvoir le long de la quille vers $a g$, qu'à ſe mouvoir de côté vers $a l$, il avancera plus vers g que vers l, ſelon que cette facilité ſera plus grande. Suppoſons donc qu'il ſe meuve cent fois plus aiſément le long de la quille que de côté, & qu'il faille cent fois plus de force à le pouſſer de côté d'a vers l, qu'à le pouſſer de la poupe e vers la prouë d; achevons le rectangle $f h a l$; prenons $h i$ la centiéme partie de $h f$: je dis que le Vaiſſeau ira ſur la ligne $a i$. Car l'impreſſion qui le porte vers $a f$ ſe peut entendre compoſée de deux, dont l'une le porte le long de la quille vers la ligne $h f$, & l'autre de côté vers $l f$;

Vaiſſeau pouſſé par un vent de côté.

(Mouvement local §. 25.) Mais comme cette impreſſion du côté ne peut agir que de la centiéme partie, il eſt clair qu'au temps que le Vaiſſeau ſera parvenu à la ligne *h f*, il n'aura fait de côté que l'eſpace *h i*, ſçavoir, la centiéme partie de *h f*, qu'il auroit fait, s'il fût allé auſſi librement de ce côté-là.

cxvij. *Autre démonſtration de ce chemin.*

L'on peut encore concevoir, que le Vaiſſeau ſe meut ſur la ligne *a g* comme ſur un plan incliné; car dans le triangle *a f g*, le Vaiſſeau ſeroit porté par le vent directement vers *a f*, comme un poids vers l'Horizon; & ſuppoſant qu'il ne pût ſe mouvoir de côté, mais ſeulement le long de la quille, ſon impulſion le porteroit vers *g*, mais avec un degré diminué, en ſorte que ſi la force du vent étoit repréſentée par la ligne *a f*, l'impulſion n'agiroit vers *a g* que par la force exprimée par la ligne *a h*, ſuivant l'art. 51. parce qu'icy *a h* eſt à *a f*, comme *a f* à *a g*; ainſi le Vaiſſeau iroit juſqu'en *h* par cette force du vent *a f*. Mais cependant le Vaiſſeau n'étant pas tout-à-fait incapable de ſe mouvoir de côté, & étant ſuſceptible de la centiéme partie de ce mouvement, il faudroit prendre *a k* la centiéme partie

tie de *a f*, & tirer la paralléle *k i*; car ainſi l'on auroit *a i* le chemin du Vaiſſeau, & l'on connoîtroit en même temps qu'il auroit dérivé de l'eſpace *b i*.

En cecy nous ne comptons point ce que toute la maſſe du Vaiſſeau, domant de la priſe au vent, peut contribuer pour faire deriver davantage; nous ſuppoſons auſſi que le gouvernail (e,) eſt tout droit ſuivant la quille.

cxviii. *Changement de biais des vergues & des voiles.*

Conſidérons aprés cela que le Vaiſſeau & le vent demeurant dans la même diſpoſition, on change le biais de la vergue, & qu'elle eſt maintenant en *a m*, faiſant un angle plus aigu avec le vent. Tirons *a u* perpendiculaire à la vergue; ce ſera ſelon cette ligne *a u*, que le Vaiſſeau ſera pouſſé par le vent, (Mouv. local §. 28.) Tirons de plus *m p*, *b o*, perpendiculaires au vent *a p*; & ſoit priſe la longueur *a u*, en ſorte que *a f* ſoit à *a u*, en raiſon doublée de *b o* à *m p*; tirons enfin *u d* perpendiculaire à la quille *a d*, ſur laquelle on prend la centiéme partie *d t*: Je dis que le Vaiſſeau ira par la ligne *a t*, en même temps qu'il ſeroit allé par *a i*, ſi la vergue fût demeurée en *a b*. Car faiſant du centre *a* le cercle *b m q*, les

perpendiculaires $q\,s$, $q\,r$, (égales à $m\,p$, $b\,o$,) meſureront la force du même vent $q\,u$, qui vient frapper ſur ces deux vergues (Mouvement local §. 24. 25. 26.) & comme $q\,s$, ou $m\,p$, eſt plus petite que $q\,r$, ou $b\,o$, auſſi la force du vent diminuë de ce ſeul chef, à proportion que cette ligne $m\,p$ eſt plus petite que $b\,o$: mais d'ailleurs la force du vent diminuë encore avec la même proportion d'un autre chef; car quand la vergue eſt en $a\,b$, elle eſt pouſſée par tout le vent qui eſt entre $b\,n$ & $a\,z$; au-lieu que quand elle eſt en $a\,m$, elle n'eſt pouſſée que par le vent qui eſt entre $m\,x$ & $a\,z$; ainſi ces deux forces diminuënt dans la même proportion que le ſont $n\,z$ & $x\,z$, ou $b\,o$ & $m\,p$; de-ſorte que la force du vent, à tout prendre, diminuë deux fois dans la proportion de $b\,o$ à $m\,p$, c'eſt-à dire, dans la raiſon de $f\,a$ à $n\,a$, qui ont été priſes en raiſon doublée de $b\,o$ à $m\,p$. Donc la force du vent étant exprimée par $a\,f$, lorſque la vergue eſt en $a\,b$, cette force ſera exprimée par $a\,u$, lorſque la vergue ſera en $a\,m$; ainſi le Vaiſſeau ſeroit porté en u, s'il étoit également ſuſceptible de tout mouvement: mais comme il ſe meut cent fois plus aiſément

ment

ment ſelon la quille *a d* que de côté, il ſe mouvra vers *t*, ſelon ce qui a été démontré auparavant.

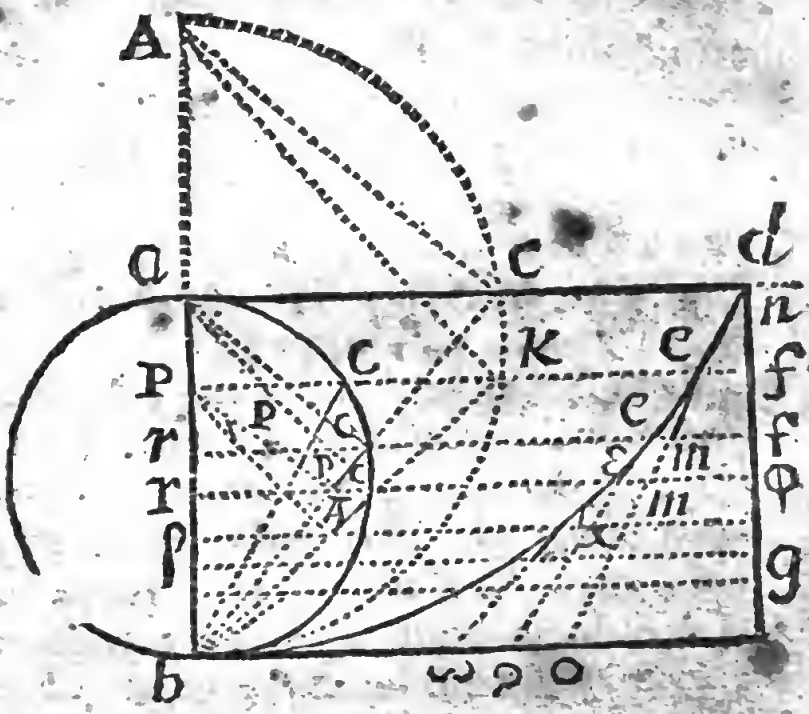
Par ces conſidérations on peut déterminer quel eſt le biais de la vergue, qui eſt le plus propre pour avancer chemin; car plus la vergue eſt oblique vers le vent, moins le Vaiſſeau dérive, mais auſſi il avance moins; au contraire, plus la vergue eſt droite au vent, plus le Vaiſſeau dérive, deſorte que la vergue pourra être en telle diſpoſition, qu'il dérivera autant qu'il avancera; & même aprés qu'on eſt venu à un certain angle, il eſt nuiſible de l'augmenter davantage, puiſque pour lors le Vaiſſeau en avanceroit moins; &ce ſont ces angles que la Méchanique & la Géometrie peuvent parfaitement déterminer, auſſibien qu'une infinité d'autres Problêmes conſidérables qui regardent la Marine: comme, par exemple, Deux Vaiſſeaux étant donnez, & le vent qui ſouffle, déterminer le Rhump & le biais qui eſt le plus propre à l'un pour pourſuivre l'autre, ou pour le fuïr. Quand il faut aller à bandes, déterminer le meilleur biais qu'il faut prendre, & la grandeur des bandes. Déterminer quelle eſt la meil-

cxix. *Autres conſidérations de Marine.*

meilleure figure du Vaisseau pour aller vîte, ou pour être fort. Ce que peut faire le biais du gouvernail pour tourner les Vaisseaux, pour les empêcher de dériver, & pour les faire aller plus contre le vent. Pourquoy un Vaisseau peut aller contre le vent, quand bien même les voiles seroient toutes roides, comme celles de la Chine, qui sont de natte. Jusqu'à quel Rhumb de vent contraire on peut avancer sans se détourner. Quel avantage l'on peut tirer de la flexibilité des voiles enflées, (en Parabole.) A quoy bon les voiles latines; & l'on peut démontrer qu'une voile latine, qui seroit échancrée en Hyperbole, dont le mât & l'Horizon seroient asymptotes, auroit une force égale partout en haut & en bas, pour faire pancher le Vaisseau sur le côté, quand bien le mât seroit infiniment élevé, ou la voile infiniment étenduë de tous côtez. Tout cela se peut résoudre par ces régles de Méchanique; mais je croy que ce qui a été expliqué peut suffire pour le dessein que je m'étois proposé.

Comme il reste icy quelques pages vuides, & que j'ay fait mention dans la Pré-

Préface du mouvement uniforme qui se feroit dans une Cycloide; je veux indiquer la maniere dont je procéde, pour démontrer cette uniformité, afin que quand M. Huygens aura publié sa démonstration, je puisse voir si j'ay été assez heureux pour concourir avec un si grand homme.



PENDULE

dans une Cycloïde.

DU cercle *a c b* on fait la Cycloïde *d e c ſ b*. *b ω o* eſt tangente. *d g*, *e o*, *e o*, *ſ ω* ; ſont diverſes tangentes. Je dis que le *mouvement d'un poids ſe fait toûjours en même temps par toutes ces tangentes d g*, *e o*, *e o*, &c. Car tirant des paralléles *d a*, *ſ e c P*, *ſ m e p*, *φ m ſ χ p*, &c. les tangentes *d g*, *e o*, *e o*, &c. ſeront égales, & également inclinées aux cordes *b P a*, *b p c*, *b p c*, &c. dans leſquelles cordes le temps eſt toûjours égal.

Les lignes *g d*, *g ſ*, *g f*, *g φ*, &c. ſont continuellement proportionnelles. Je dis que *le mouvement ſe fait en même temps par toutes les tangentes d f*, *e m*, *e m*, *ſ μ*, &c. Car comme le temps de la route *d g*, au temps de ſa partie *d f* ; ainſi le temps de la route *e o*, au temps d'une pareille partie *e m*.

Prenant deux progreſſions quelconques de ces tangentes, comme *d f*, *e m*, *e m*, &c. d'une part ; & *e m*, *e m*, *ſ μ*, &c. d'une autre ; & imaginant

ginant qu'un corps commençant à descendre de *d*, se meut par *df*, & puis par *em*, em, &c. & qu'un autre corps égal au prémier, commençant par *e*, descend par *em*, em, *ε μ*, &c. Je dis, que *ces corps se mouvront en même tems dans les tangentes, qui seront dans un rang semblable de leur progression*, par exemple, par la 3. (em) de la progression *df*, *em*, em, &c. & par la 3. *ε μ* de la progression *em*, em, *ε μ*, &c. Car prenant les portions des cordes égales & également inclinées *a P*, *cp*, c p, *ϰ π*, &c. continuons la 3. c p : (égale à e m) jusqu'à la rencontre d'*a d* au point C. Par le point C, tirons le cercle *b* C A. Si un poids descendoit par C c p, commençant par C. il arriveroit en (c) en même temps qu'il parviendroit en *a*, s'il descendoit par A *a*, commençant par A; & continuant vers c p *b*, il parcourroit la ligne c p, en même temps que la ligne *a* P? (car il est fort aisé de voir que p P est paralléle à c *a*.) Or on sçait que le poids fait le chemin (c p) en même temps, soit qu'il ait commencé à se mouvoir par la ligne C c, ou qu'il soit venu par les deux *a* P, *cp*; ainsi le temps que met le poids à parcourir cette 3e. c p, en des-

cendant par les trois *a* P, *c p*, c p, eſt le même que celuy qu'il mettroit en *a* P; s'il deſcendoit par A P, en commençant par A. Mais le même poids met auſſi le même temps, à parcourir la 3e. *x π*, (de la 2e. progreſſion,) quand il commence à deſcendre par *c p*, & qu'il continuë en ſuite par c p, *x π*; car en prolongeant *π x*, on rencontre le cercle ACK, dans la ligne P *c* K, comme il eſt aiſé de démontrer. Ainſi le temps par K *x*, eſt égal au temps par A *a*, & le temps par *x π* au temps pas *a* P.

De là il ſuit, que ſi l'on prend une progreſſion de termes infinis *d f*, *e m*, e m, *ι μ*, &c. allant vers le pas de la Cycloïde *b*; le mouvement s'y ſera toûjours en même temps, de quelque endroit que le corps commence à deſcendre. Et comme les termes de cette progreſſion peuvent être faits auſſi petits que l'on veut, en ſorte que le premier *a* P ou *d f*, ne ſoit que la milliéme, ou la cent-milliéme, ou la cent-millionniéme partie du diametre *a b*; il eſt clair que tous ces termes de progreſſion étant des tangentes infiniment petites de la Cycloïde, ils peuvent paſſer pour la Cycloïde même; & qu'ainſi le mouvement par

la

la Cycloïde se fait toûjours en même temps de quelque point que le corps commence à descendre. Si l'on veut, on peut réduire cecy à la démonstration des Anciens ; car le mouvement qui se fait en ces tangentes qui vont ainsi en bas *d f*, *e m*, em, &c. est toûjours plus court, que celuy qui se feroit par la Cycloïde *d e e*, &c. quoy-que en multipliant les termes de la progression, on s'approche infiniment de l'égalité ; mais aussi, si les tangentes sont tirées en haut *e n*, e n, *e n*, &c. le mouvement s'y fera en un plus grand temps que dans la Cycloïde.

Un poids suspendu du point *d* par une corde double du diamétre *a b*, se balançant entre deux Cycloïdes semblables *d e e*, & *d E E*, décriroit en bas une Cycloïde entiére, égale & semblable aux supérieures, & toutes ses vibrations se feroient en temps égal. Car toûjours *e o*, eo, (ou *c b*, cb,) est la moitié du reste de la Cycloïde *e b*, e *b*.

FIN.

DEUX MACHINES

Propres à faire les

QUADRANS

Avec très-grande facilité.

Décrites & expliquées

Par le R. P. IGNACE GASTON PARDIES, *de la Compagnie de* JESUS.

QUATRIE'ME EDITION.

A LA HAYE,
Chez ADRIAN MOETJENS, Marchand Libraire près la Cour, à la Librairie Françoise.

M. D C C X.

PREFACE.

LA difficulté que l'on experimente dans la pratique des Quadrans, & dans cette ſuite ennuïeuſe de diverſes opérations qu'on eſt obligé de faire quand on ſuit la méthode commune, fait perdre ordinairement le plaiſir que l'on auroit à s'exercer à une occupation qui eſt d'ailleurs ſi curieuſe & ſi utile. C'eſt pour quoy on ne ſçauroit aſſez eſtimer les inventions qui nous rendroient ces pratiques aiſées. Voicy deux machines, qui ſemblent aſſés propres pour cela, puiſque par leur moyen on

peut

peut apprendre, en moins d'une heure, la maniére de faire toutes ſortes de Quadrans, & qu'on peut pratiquer, comme en ſe joüant, ce qu'on a appris, & faire ſur les murailles, & dans les chambres, toutes ſortes d'Horloges, avec une trés-grande facilité.

Il ne faut pas s'imaginer que l'uſage de ces inſtrumens ne ſoit qu'une opération méchanique, où l'on agit à l'aveugle, ſans ſçavoir ce que l'on fait. S'il s'agit d'opération, les pratiques les plus ſimples, & les plus ſures doivent paſſer pour les plus ſçavantes, & pour les plus Géométriques; & j'eſtime qu'il eſt bien mal-aiſé de rien faire avec moins de peine, ni avec plus de certitude, que par le moyen de ces machines. Mais s'il

s'il s'agit d'apprendre la Théorie des Quadrans, je ne croy pas qu'on puisse le faire mieux que par le moyen de ces machines mêmes, où l'on fait comprendre aisément la raison de toutes les opérations, le rapport des lignes horaires, & du cours du Soleil, les sections que font les arcs des Signes, & en un mot toute la science de la Gnomonique.

La description de ces Machines est tirée d'un livre Latin, intitulé, Horologium Thaumanticum. *C'est une sorte d'Horloge, qu'on a appellée ainsi* Thaumantique, *à cause d'une Iris artificille, ou d'un Arc-en-ciel, qui étant répandu dans toute une chambre, y marque les diverses heures, les Signes du Zodiaque, les degrez de hauteur, & tout ce qu'on peut marquer*

quer dans les Horloges, avec d'autres particularitez qui doivent paroître d'autant plus curieuſes, qu'elles ſont particuliéres à cette ſorte de Quadran, & que ceux qui ont traité le plus exactement de ces choſes, n'ont encore donné rien de ſemblable. On y connoît à chaque moment quels ſont les endroits de la Terre qui ſont éclairez du Soleil, & quels ſont ceux qui ſont dans l'obſcurité de la nuit. On y voit d'un coup d'œil tous les lieux où le ſoleil ſe léve actuellement, & où il ſe couche. On y remarque les Païs qui ont de longs jours, & ceux qui ont de longues nuits; on y diſtingue vers les Poles tous les endroits qui ont une nuit perpétuelle, ou qui voient le Soleil ſans interruption; les heures Italiques & les

Ba-

Babyloniques, la grandeur des Crépuſcules, la durée des jours & des nuits. Ces nouvelles heures ſi ingénieuſement inventées à Lion, y ſont repréſentées par une ſeule ligne. Les ſignes aſcendans & les deſcendans, les Maiſons céleſtes, & tout le reſte, qui feroient un épouvantable embarras dans les Quadrans ordinaires, ſe voient icy ſans aucune confuſion, & avec tant d'ordre, que la vuë mêmes en eſt aſſez agreable.

A l'occaſion de ce Quadran, qui n'avoit pas encore paru, on en décrit un autre, qui a grand rapport à celuy-là, & qui ſe fait ſur un Globe, où ſans aucun ſtyle, l'ombre du Globe même marque toutes les mêmes choſes qui ſe voient en cét Horloge Thaumantique : de-ſorte que tout

tout ce qui se fait dans l'un par le confin de l'ombre, & de la lumiére, qui divise tout le Globe; se fait dans l'autre, par le moyen d'un Arc-en-ciel, qui entre dans la chambre, & qui la partage.

Comme un Arc en-ciel, qu'on fait ainsi par artifice, a quelque chose d'admirable, on s'est attaché dans ce Livre-là à donner divers moyens de le faire; & peut-être que ceux qui se plaisent aux inventions de la Dioptrique, en trouveront icy quelques-unes qui leur agréeront, ou du moins qui les exciteront à faire quelque nouvelle recherche sur les ouvertures qu'on y donne, pour perfectionner ce qui est icy commencé; & qui peut avoir de trés-grands usages.

Enfin, on donne en ce même

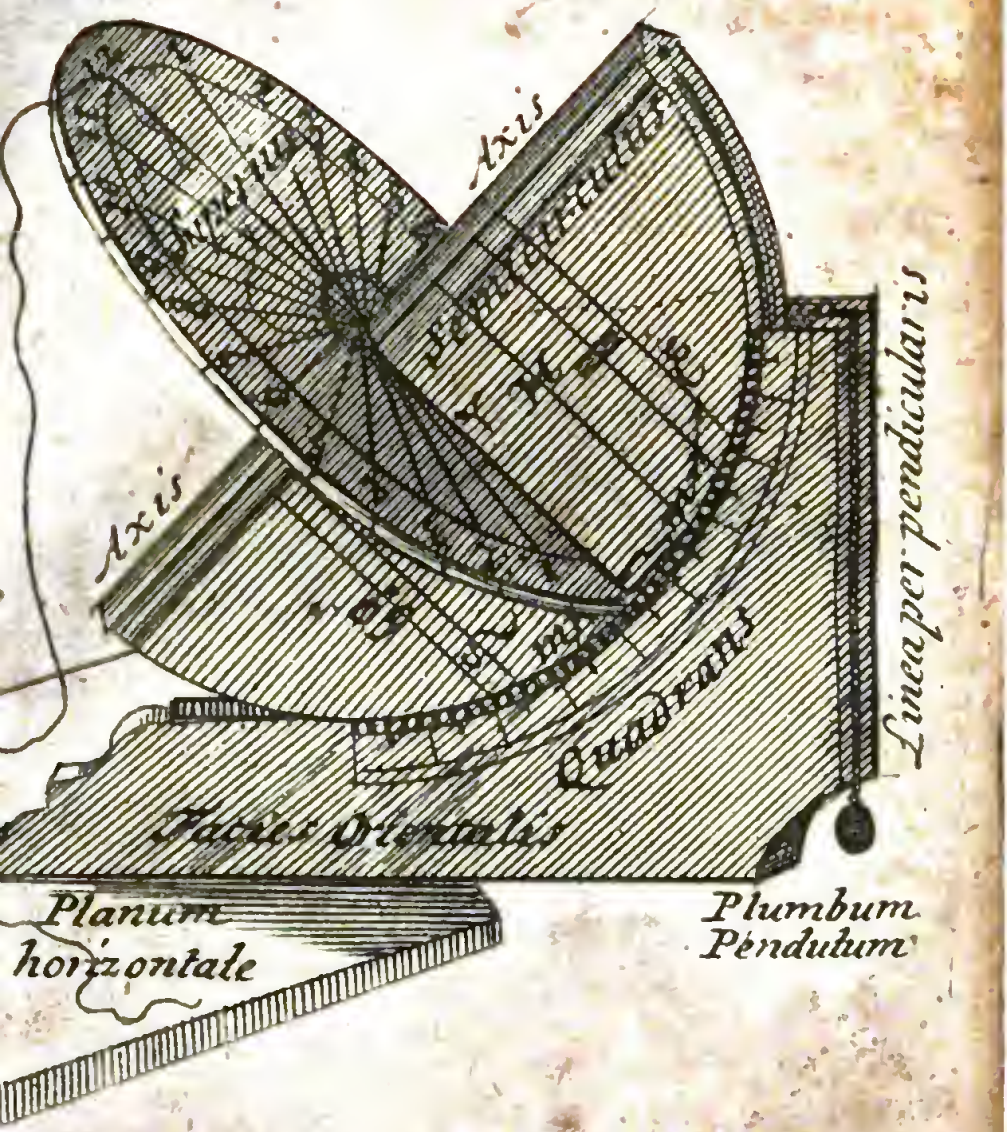
Livre

Livre un moyen de trouver les foyers des ſections Coniques, propres à décrire dans les Quadrans les arcs des Signes. On avoit déja l'invention de faire ces ſortes de lignes, par le moyen de certains filets; mais cette invention, qui ſeroit trés-commode dans la deſcription des Quadrans, a été juſqu'icy inutile dans la pratique, à cauſe de la difficulté extrême qu'il y a de trouver les foyers, c'eſt-à-dire, les points où il faut attacher les filets: de ſorte qu'on avoit plûtôt fait de décrire les Signes par la méthode ordinaire, quelque longue qu'elle fût, que d'entreprendre à calculer, ou à opérer, pour trouver le point de ces foyers. On donne donc icy une propoſition générale, & une démonſtration Géométrique, par

la-

laquelle on trouve trés-aiſément ces foyers en toutes ſortes de ſections, n'y ayant autre choſe à faire, qu'a tirer deux lignes paralleles à deux autres lignes déja données.

DEUX



BIBLIOTECA CENTRALE - VICTOR EMANUELE

DEUX MACHINES

Propres à faire les

QUADRANS

avec une trés-grande facilité.

Description de la prémiére Machine.

1. CETTE prémiére Machine eſt faite de bois, quoy-qu'on la puiſſe faire encore mieux de léton, ou de quelqu'autre métail plus doux. Elle a trois principales parties. La prémiére, eſt une planche, à peu prés quarrée, aſſez maſſi- *Voyez la prémiére Figure.*

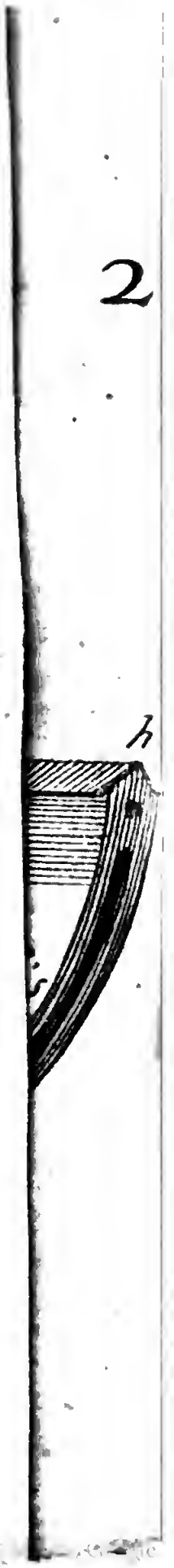
maſſive, & bien unie. Nous l'apellons *le Plan horizontal*, parce que dans l'uſage il doit être mis horizontalement, ou à niveau.

2. Vers un coin de ce Plan il y a une cheville bien tournée, ſur laquelle eſt la ſeconde Piéce, que nous appellons *le Plan Meridional*, qui doit tourner ſur cette cheville comme ſur un pivot, en ſorte qu'il demeure toûjours à angles droits avec le plan horizontal.

3. Il y a au côté de *ce Plan* un plomp, qui peut ſervir de niveau.

4. Ce même Plan eſt fait de deux piéces; l'une qui eſt la plus baſſe, ſe nomme *le Quadran*, parce que c'eſt un quart de cercle diviſé en quatre-vingts-dix degrez; l'autre eſt un *demi cercle*, qui eſt tellement engagé dans le Quadran, qu'il peut tourner, en s'inclinant, ou en ſe dreſſant, tant que l'on veut. Le diamétre de ce demi cercle s'appelle *l'Axe*, & ſon centre s'appelle ſimplement *le Centre* de l'inſtrument, comme le filet qui en ſort s'appelle *le filet du Centre*.

5. La troiſiéme Piéce eſt un *Cercle* diviſé en vingt-quatre parties égales, dont chacune ſe peut diviſer en deux, ou en quatre. Ce cercle ſe joint tellement


2
h

lement avec le Plan Méridional, qu'il fait toûjours avec luy des Angles droits, quoy-qu'il puiſſe changer de place, & être mis en diverſes ſituations. L'une des faces de ce Cercle s'appelle *Surpérieure*, & l'autre *Inférieure.*

6. Dans le demicercle on voit les mois marquez d'une certaine maniére. Ceux qui ne ſe ſoucient que de la partique, ne doivent pas ſe mettre en peine de ſçavoir comment on a marqué icy ces ſignes, ou ces mois, puiſque trouvant des inſtrumens déja tout-faits, & tout marquez, ils peuvent s'en ſervir, pour faire les Quadrans, ſuivant l'uſage qu'on va expliquer.

7. Mais ceux qui veulent de plus ſçavoir marquer cét inſtrument même, pourront s'y prendre de cette maniére. Sur l'axe *a h*, on tire la perpendiculaire *a b* égale au demidiamétre du Cercle. De *b*, comme du centre, on fait le cercle *a c*. On prend de part & d'autre, depuis *a* juſques à *e*, vingt-trois degrez ; ò. & tirant les lignes droites *b e*, *b e*, qui coupent l'axe en *f*, *f* on a dans ces deux points *f*, *f*, les endroits où doivent être les deux Tropiques, & où il faut *Fig 2.*

marquer les Signes du *Cancer* & du *Capricorne*. Aprés cela, du centre *e* on fait le cercle *af*, qui ſe diviſe en douze parties égales, & tirant les lignes paralléles par les diviſions oppoſées, on marque les autres Signes du Zodiaque ſur l'axe, comme l'on voit dans la figure. Il ſemble plus utile de mettre ſur l'axe les mois comme ils répondent aux ſignes. On en met ſix ſur le côté Oriental, & ſix ſur l'Occidental. Et pour les ſignes, on les peut mettre plus bas dans la face du demicercle.

8. Un peu au deſſous de l'axe, on marque les degrez qui ſervent à décrire les Almicantarats dans les Quadrans & ces degrez ſe marquent ainſi. On diviſe le cercle *a c* en ſes degrez; par chacun deſquels, ou bien ſeulement par chaque dixiéme, on tire des lignes de *b*, qui vont couper l'axe en *h*, *h*, de ſorte qu'en tranſportant les diſtances *a h*, *a h*, un peu plus bas, on aura les degrez marquez juſques à 44. ou 45. le demi-cercle n'en pouvant contenir davantage. Mais ſi l'on tire *i k* paralléle à l'axe, en ſorte que *i b* ſoit la quatriéme partie de *a b*, on pourra tranſporter les diſtances *i k*, *i k* ſur la ligne *l l*, par

les

les paralléles *k l*, *k l*, & de cette ſorte on aura les degrez juſqu'a 70. & davantage. Il eſt bon de mettre ces petits degrez du côté Oriental du Demi-cercle, & les grands du côté Occidental.

Uſage de la prémiere Machine.

PROBLE'ME I.

Décrire un Quadran ſur quelque ſurface que ce ſoit.

METTEZ une table ferme & inébranlable contre la muraille, ou autre ſurface, où l'on doit faire le Quadran, en ſorte qu'il y ait un peu d'eſpace entre cette ſurface, & la table, à peu-prés autant que doit être grand le ſtyle. Sur le bord de la table placez à niveau le *Plan horizontal* de l'inſtrument, ce que vous pourrez faire par le moyen du plomb qui eſt derriére le *Plan Méridional*. Car ſi en tournant de tous côtez ce Plan Méridional, vous voyez que le plomb deſcend toûjours, ſuivant la ligne marquée ſur le dos de ce Plan Méridional, *Fig.* 3.

nal, vous ſerez aſſûré que le Plan Horizontal eſt bien à niveau. Mais ſi le plomb ſort de ſa ligne, c'eſt ſigne que le Plan panche de ce côté-là, ainſi il faut le relever, & le bien affermir, quand il ſera bien à niveau.

2. Mettez le *Demicercle* ſur ſon Quadran, en ſorte que le petit doigt, qui eſt au milieu de la demicirconférence réponde au degré d'élévation de Pole, ſuivant que les degrez ſont marquez dans le Quadran. Et en ſuite placez le *Cercle* ſur le *Plan Méridional*: en ſorte qu'une de ſes ſurfaces touche *le Centre*, ſans le couvrir. Mais il faut obſerver que pendant les ſix mois des courts jours, la ſurface *Supérieure* doit toucher le centre; & pendant les autres ſix mois, ce doit être l'*Inférieure*; & de plus, ce Cercle doit être tellement placé, qu'il ſoit à angles droits avec l'axe; ce qui ſe fera, ſi la ſurface du Cercle va tout le long de la linge d'*Aries* & de *Libra* ſur le demicercle.

3. Le Soleil luiſant, tournez ſur ſa cheville tout le Plan Méridional avec ſon Cercle, en telle ſorte que l'ombre du Cercle tombe préciſément dans *l'axe* ſur le degré du ſigne, ou ſur le jour du mois où l'on eſt ce jour là-même

même, que l'on fait cette opération. Et alors l'instrument sera placé comme il faut, le *Plan Méridional* répondra au Meridien du Ciel, l'*Axe* à l'Axe, le *Cercle* à l'Equateur.

4. Etendez tout le long de l'Axe le *filet du Centre*, jusqu'à ce qu'il aille rencontrer la muraille, soit en haut vers le Pole Arctique, soit en bas vers le Pole Antarctique. Le point de la muraille, où ce filet ainsi tendu ira se rendre, sera le Centre du Quadran, & toutes les lignes des heures iront aboutir à ce point, soit qu'il se trouve au dedans de la figure même où l'on borne le Quadran, soit qu'il aille bien loin au delà. De plus, ce filet ainsi tendu marquera la situation qu'il faut donner au style, ou à l'aiguille du Quadran. Car si l'on met une verge de fer dans la muraille, au même endroit, & dans la même situation où est le filet, cette verge servira de style, & marquera tout-le-long de son ombre les heures. Que si le filet alloit trop loin dans la muraille, comme il arrive assez souvent, il seroit trop difficile, & même impossible d'attacher une si longue verge; & en ce cas, il suffit de mettre un autre style, dont le bout vienne

toucher l'Axe, ou le filet tendu par l'Axe, en quelque endroit que ce ſoit. On peut même donner à ce ſtyle la figure que l'on voudra, on en peut faire un Serpent, ou un Oiſeau, & pourvû que le bec, ou ſon extrémité vienne toucher le filet, ſon ombre ne manquera pas de marquer l'heure par ſon extrémité.

5. Les heures ſe marquent en diverſes maniéres. La prémiére eſt celle-cy. Aprés avoir ainſi placé l'inſtrument; prenez le filet du centre, & étendez le, en le faiſant paſſer l'un aprés l'autre, par chaque heure de celles qui ſont ſur le Cercle, & marquez ſur la muraille les points, où le filet ainſi étendu va aboutir, paſſant par chaque heure. Car tirant une ligne du centre du Quadran (qui eſt le point de la muraille, où va aboutir le filet paſſant par l'Axe,) par chacun de ces points, on aura toutes les lignes des heures, & par conſéquent tout le Quardran. Que ſi le centre va trop loin dans la muraille, ou qu'il n'y aille point du tout, comme il peut arriver, il faut ſe ſervir de.....

6. La ſeconde maniére. Aprés avoir placé l'inſtrument comme deſſus, pre-

prenez un autre filet, que vous attacherez, si vous voulez, au bout de l'Axe *i*. Faites-le passer par quelque heure du cercle, comme *c*. Repliez-le, en l'étendant sur l'Axe, ou sur le filet étendu par l'Axe, en sorte que ce filet *c* étant bien tendu, touche simplement l'Axe, ou le filet passant par l'Axe, en *b*, & puis en *f*, ou en quelque autre endroit que ce soit, & que les points où le filet ainsi tendu va aboutir sur la muraille, soient *g* & *e*. Alors on n'a qu'à tirer la ligne *g e*, qui sera l'heure marquée en *c*. Aprés avoir ainsi marqué cette heure *c*, transportez le filet de *c* en une autre heure, & vous marquerez par une semblable opération toutes les heures du Quadran.

7. La troisiéme maniére se pratique de nuit. Mettez un flambeau en telle situation, que l'ombre de l'Axe passe par quelque heure du Cercle. Alors l'ombre du même Axe, ou du filet étendu par l'Axe, marquera dans la muraille la même heure, & il ne faut que passer le crayon tout le long de cette ombre. Aprés quoy transportant le flambeau, & faisant passer l'ombre par quelque autre heure, on la marquera de même sur la mu-

raille. Ainſi de toutes les autres.

8. La quatriéme maniére ſe fait de jour au Soleil, par le moyen d'un miroir, qu'on place en telle ſituation, qu'on fait paſſer l'ombre de l'Axe par quelque heure du Cercle. Car alors la même ombre marque ſur la muraille la ligne de cette heure-là. Ces deux derniéres maniéres ſont excellentes, particuliérement quand le lieu où l'on fait le Quadran, n'eſt pas plat & uni.

PROBLE'ME II.

Marquer les Signes du Zodiaque, & les Fêtes de l'année.

Fig. 4. 1. LAISSANT tout l'inſtrument dans ſa ſituation, paſſez le filet du Centre tout le long de la ſurface du Cercle, & ce filet aboutiſſant en divers points de la muraille, y marquera la ligne équinoxiale, où doivent être les Signes d'*Aries* & de *Libra*. Aprés cela tranſpoſez le Cercle, & le mettez ſur le Signe de *Cancer*, (toûjours à angles droits avec l'Axe;)

Fig.

l'Axe;) étendez le filet du Centre, en le faiſant paſſer ſucceſſivement tout-autour de la circonférence du Cercle; & de cette façon vous marquerez ſur la muraille le Signe de *Cancer*. Que ſi vous tranſpoſez enſuite le Cercle ſur chaque Signe l'un aprés l'autre, vous marquerez par une ſemblable opération tous les Signes du Zodiaque.

2. De même, ſi l'on poſe le Cercle ſur le jour d'un mois, où tombe quelque Fête célébre, par exemple le 15. d'Août, le 24. Juin, ou quelqu'autre, on pourra marquer de même ſur la muraille une ligne, en tirant le filet tout autour de la circonférence du Cercle, & l'ombre du ſtyle ne manquera pas de tomber ſur cette ligne, pendant tout le jour de cette Fête.

3. Afin de marquer plus commodément ſur la muraille divers points, où le filet va aboutir, il eſt bon d'avoir une aiguille de léton, d'argent, d'ivoire, ou de quelque autre matiére douce, & faire paſſer le filet par le pertuis *a* de cette aiguille, tandis qu'un plomp pendu au bout du filet *b*, le tient toûjours bien tendu. Car alors on remuëra fort aiſément tout le fi-

let, & on marquera avec plus d'assûrance tant de points qu'on voudra sur la muraille.

PROBLE'ME III.

Marquer les Azimuts & les Almicantarats.

1. LAISSANT le Quadran en sa situation, dressez le demicercle, en sorte que son Axe soit tout droit en haut vers le point vertical. Et appliquant le Cercle en quelque endroit que ce soit, pourvû qu'il soit à angles droits, vous marquerez les Azimuts de la même maniére que vous avez marqué les heures, lors que l'Axe étoit incliné. Car mettant le filet sur chaque degré de ceux qui sont sur le Cercle, ou sur chaque 10e. ou 15e, & le faisant passer pardessus l'Axe, vous irez marquer sur la muraille divers points, où le filet ira aboutir.

2. Pour les Almicantarats, mettez le Cercle sur un de ces degrez, qui sont dans la ligne *l*, au dessous de l'Axe, par exemple sur 10. degrez,

&

& passez le filet du centre tout autour de la circonférence, comme nous avons dit qu'il faut faire pour les arcs des Signes, & vous marquerez de cette maniére une ligne courbe sur la muraille, qui sera l'Almicantarat, ou le degré d'élévation sur l'Horizon, tel qu'il est marqué à l'endroit où est posé le Cercle, c'est-à-dire 10. Et quand l'extrémité de l'ombre tombera sur cette ligne, ce sera une marque que le Soleil est élevé pour lors sur l'Horizon de 10. degrez; aprés cela transposez le Cercle sur 20. degrez, & sur 30. & sur les autres, & vous décritez ainsi tous les Almicantarats, jusqu'au 45e degré environ. Mais pour décrire ceux qui sont au dessus de 45, il faut avoir un autre petit Cercle, qui ne soit grand que de la quarriéme partie de celuy-cy, & qui se puisse enchasser de même sur le demi-cercle. Car en plaçant ce petit Cercle, sur les petits degrez, on pourra marquer sur la muraille jusqu'à 70. degrez, qui est plus qu'il n'est nécessaire, le Soleil ne montant jamais si haut en Europe.

PROBLE'ME IV.

Marquer les Maiſons Céleſtes.

ABBATTEZ le demicercle, en ſorte qu'il ſoit tout couché, & que l'Axe ſoit mis Horizontalement. Mettez le Cercle au milieu, & inclinez-le, en telle ſorte qu'une de ſes ſurfaces touchant le centre, la circonférence réponde au degré d'élévation du Pole qui eſt au Quadran. Alors étendant le filet tout-le-long de l'Axe, juſqu'à la muraille, vous aurez là le centre, où toutes les lignes des Maiſons Céleſtes iront ſe croiſer. Que ſi enſuite on paſſe le filet par les heures, qui ſont en nombre pair ſur le Cercle 8. 10. 11. 2. 4. 6, on décrira toutes les Maiſons Céleſtes de la même maniére qu'on a décrit les heures Aſtronomiques.

PROBLE'ME V.

Décrire les Heures Italiques, Babyloniques, & Judaïques.

1. APRE'S avoir marqué les Tropiques & l'Equateur ſuivant le Problême II, il n'y a pas grande difficulté à marquer ces heures, parce que chacune d'elles paſſe dans l'Equateur par un même point, avec chaque heure Aſtronomique, de ſorte que l'on a là un point pour chaque heure, & il ne reſte qu'à en trouver un autre, ce que l'on fait dans un des Tropiques, en certe ſorte.

2. La ligne Horizontale entre les Tropiques, du côté de l'Orient, eſt la 24e heure Italique, & du côté de l'Occident, elle eſt la 24e Babylonique: & de part & d'autre la même Horizontale eſt auſſi la 12e heure Judaïque. Ainſi prenant l'endroit d'un Tropique, où il coupe l'Horizon, & contant ſur ce même Tropique heure par heure, on y aura un point pour chaque heure Italique & Babylonique. Par exemple, remarquant

que l'Horizon coupe le Tropique du *Cancre* à 7. heures & trois quarts du ſoir, prenez un point, à une heure devant, c'eſt à dire, à 6. heures trois quarts, & ce ſera le point par où doit paſſer la 23e heure Italique; de ſorte que tirant de ce point une ligne vers le point de l'Equateur où eſt la 5e heure Aſtronomique, vous aurez toute la ligne de la 23e heure Italique. Enſuite, tirez une autre ligne depuis le point de 5. heures & trois quarts de ce Tropique, juſqu'à 4. heures de l'Equateur, vous aurez la 22e heure Italique, &c.

3. De même, remarquant que l'Horizon coupe un Tropique du côté de l'Occident à 4. heures & un quart, vous devez prendre une heure aprés dans le même Tropique, c'eſt à dire 5 heures & un quart, & de-là tirer une ligne vers les 7 heures ſur l'Equateur, & ce ſera la 1re. heure Babylonique. Enſuite la ligne tirée de 6. heures $\frac{1}{4}$ du Tropique juſqu'à 8 heures de l'Equateur, ſera la 2e heure Babylonique, &c.

4. Si l'Horizon ne coupe pas les Tropiques vers l'Orient, ou vers l'Occident, ſçachez ſeulement l'heure du lever & du coucher du Soleil, aux

aux plus longs & aux plus courts jours de l'année. Par exemple, ſçachant que le Soleil ſe léve aux plus courts jours à 7. heures $\frac{3}{4}$, vous n'avez qu'à tirer les lignes des heures Babyloniques par 6. heures $\frac{3}{4}$. 5. heures $\frac{3}{4}$. 4. heures $\frac{3}{4}$. 3. heures $\frac{3}{4}$ &c. du Tropique de *Capricorne*, le faiſant paſſer par 7. heures 8. 9. 10. &c. de l'Equateur; ou bien ſçachant que le Soleil ſe léve à 4. heures $\frac{1}{4}$ aux plus longs jours, tirez les lignes de 5. heures $\frac{1}{4}$. 6. heures $\frac{1}{4}$. 7. heures $\frac{1}{4}$. 8 heures $\frac{1}{4}$. &c. du Tropique de *Cancer* par 7. 8. 9. 10. &c. de l'Equateur, vous aurez les mêmes heures Babyloniques.

5. De même, ſçachant que le Soleil ſe couche aux plus longs jours à 7. heures $\frac{3}{4}$, tirez les lignes de 6. heures $\frac{3}{4}$. 5. heures $\frac{3}{4}$. 4. heures $\frac{3}{4}$. 3. heures $\frac{3}{4}$. &c. du Tropique de *Cancer* par 5. heures 4. 3. 2. &c. de l'Equateur, vous aurez les heures Italiques.

6. Pour les Judaïques, partagez en ſix parties égales les heures qui ſont depuis Midy juſqu'au Soleil couché ou levé, c'eſt à dire, juſqu'à l'Horizon, dans un Tropique, & de-

cha-

chacune de ces parties tirez des lignes par chaque heure de l'Equateur, vous aurez les Judaïques: en ſorte que la ligne Méridienne eſt toujours la 6e heure Judaïque, celle qui paſſe par une heure de l'Equateur eſt la 7e Judaïque, *&c.*

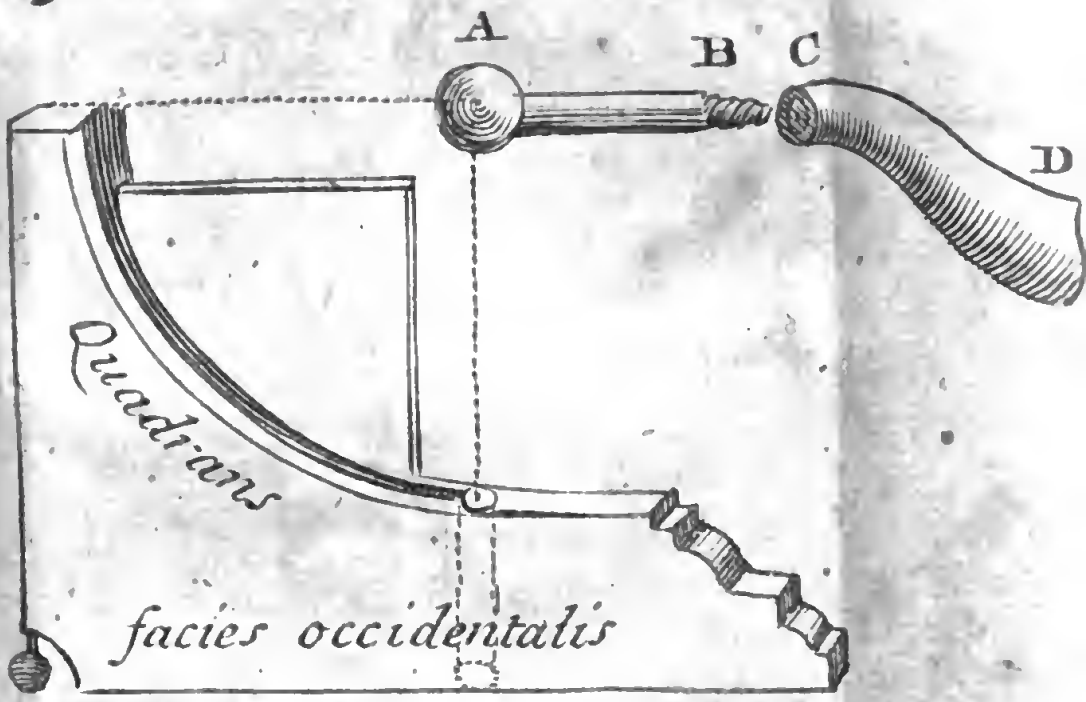
Dans le Latin on a indiqué une autre methode de décrire ces ſortes d'heures, propre de cét inſtrument.

REMARQUE.

1. QUAND dans le Quadran on ſe contente de marquer les ſeules heures Aſtronomiques, il eſt indifférent de mettre quelque ſtyle que ce ſoit, pourvû que ſon extrémité vienne toucher quelque point de l'Axe. Mais lors qu'on y ajoûte les ſignes du Zodiaque, ou d'autres Cercles, il faut néceſſairement que le bout du ſtyle réponde préciſément au centre de l'inſtrument.

2. Il y a ſouvent trop d'embarras à faire des échaffauts ſi grands & ſi fermes, qu'on y puiſſe poſer une table, & que l'inſtrument y ſoit arrêté ſans branler. Ainſi il vaut beaucoup mieux tendre une toile de Peintre, ou un grand papier au bas de la muraille dans laquelle on veut faire le Qua-

5



Quadran, & opérer tout à ſon aiſe ſur cette toile. Car le Quadran étant fait ſur cette toile, on n'a qu'à le tranſporter avec une échelle au haut de la muraille, au lieu qui aura déja été préparé par les Maſſons, & l'appliquant en même ſituation qu'elle étoit au bas, marquer avec un poinçon toutes les lignes des heures & des arcs, ſuivant qu'elles ſont tracées ſur la toile. Mais ſurtout, il faut bien marquer la diſpoſition du ſtyle, ſuivant que l'inſtrument la déterminoit ſur la toile.

PROBLE'ME VI.

Faire une Horloge de Réfléxion dans une Chambre.

1. LEs plus beaux Quadrans ſont ceux de Réfléxions. On met ſur la fenêtre un petit miroir, qui recevant la lumiére du Soleil, en réfléchit un rayon dans la chambre, en ſorte que ce rayon changeant de place à meſure que le Soleil s'avance, marque toutes les heures qui ſont peintes dans la chambre. Cette ſorte de Quadran

dran ſe fait par nôtre inſtrument en cette ſorte.

2. Mettez l'inſtrument ſur la fenêtre, à-peu-prés à l'endroit où doit être le petit miroir ; placez le ſur ſon Méridien à l'ordinaire, ſuivant ce qui a été preſcrit au Probl. I. n. 3. & aprés avoir ainſi trouvé la ſituation Méridienne, tournez tout le Plan Méridien avec ſon Cercle, en ſorte que le haut de l'Axe, au lieu de regarder vers le Pole Septentrional, ſoit tourné vers le Midy. Aprés quoy il faut opérer dans la chambre de la même maniére qu'on a preſcrit qu'il falloit opérer dans les murailles à l'égard des autres Quadrans.

3. Quand il n'y a que les heures Aſtronomiques, le miroir doit être mis Horizontalement, en ſorte qu'il touche en quelque point que ce ſoit l'Axe, où le filet étendu le long de l'Axe. Mais ſi les Signes & les autres Cercles y ſont ; il faut que le miroir ſoit placé juſtement à l'endroit où étoit le centre de l'inſtrument.

PRO-

PROBLE'ME. VII.

Trouver à tout moment quelle heure il eſt, & la hauteur du Pole du Païs où l'on eſt.

AJoûtez à l'inſtrument une aiguille aimantée, par le moyen de laquelle vous pourrez metre le Plan Méridional ſur le vray Méridien du lieu. Aprés quoy ayant placé le Cercle ſur le centre, élevez, ou inclinez le demicercle, qui emporte auſſi le Cercle, juſqu'à ce que l'ombre de la circonférence tombe juſtement ſur le jour dans l'Axe. Alors la petite main qui eſt au milieu du bord du demicercle indiquera la hauteur du Pole dans les degrez du Quadran, & en même temps l'ombre de l'Axe marquera l'heure ſur le Cercle; ſinon que l'épaiſſeur du Plan Méridional fait quelque empêchement depuis 9. heures juſqu à 3.

RE-

REMARQUE.

CET instrument étant fait de léton, sera sans doute plus commode, parce qu'on pourra y joindre, au lieu du Plan Horizontal, une branche de fer, par le moyen de laquelle on peut attacher l'instrument au style du Quadran, qui doit être fiché dans la muraille, le plus fort qu'il est possible. Mais en ce cas le style doit être fait de deux piéces, en sorte que le bout *A B* se puisse ôter de l'autre partie *C D*, & s'y remettre, étant fait en vis. Quand on voudra faire le Quadran, il faut placer le Quadran de l'instrument tout nud sans son cercle, & sans son demicercle, en sorte que le centre réponde justement au bout du style *A*, & que d'ailleurs ce même Quadran puisse tourner sur sa cheville, demeurant toûjours vertical, ou perpendiculaire à l'Horizon. Alors il faudroit ôter ce bout du style, & mettre le demicercle & le Cercle sur le Quadran de l'instrument, qui pourra être tourné maintenant comme on voudra, n'étant point empêché par le style, à cause du bout qui en a été ôté. Ainsi on le tour-

Fig. 5.

tourne quand il fait Soleil, pour l'orienter, & on opére ſuivant ce qui a été dit au Propl. I. n. 3. & aux ſuivans. Le Quadran étant achevé, on ôte l'inſtrument, & on remet le bout du ſtyle en ſa place.

Deſcription de la ſeconde Machine.

1. CETTE Machine eſt une certaine Lanterne de fer blanc, ou bien même de cartou, faite en Cylindre, ou en portion de Cylindre. (*Voyez la 6 e Figure.*) *g h d* eſt une Plaque Circulaire, ou un grand ſegment de Cercle, comme l'eſt auſſi la Plaque oppoſée *f e*, qui eſt un petit ſegment, en ſorte que ces deux ſegmens, s'ils étoient joints enſemble, feroient tout le Cercle entier. Le point *b* eſt le centre du Cercle *g h d*, par où paſſe l'axe du Cylindre: *g h f f* eſt une Plaque, au milieu de laquelle il y a un trou *a*, qui eſt le centre de l'inſtrument. Les Arcs *i o*, *m p*, *l q*, &c. ſont les Arcs des Signes. Les lignes droites paralléles, ſont les heures. Toutes ces lignes ſe marquent en cette ſorte. 2. Tout

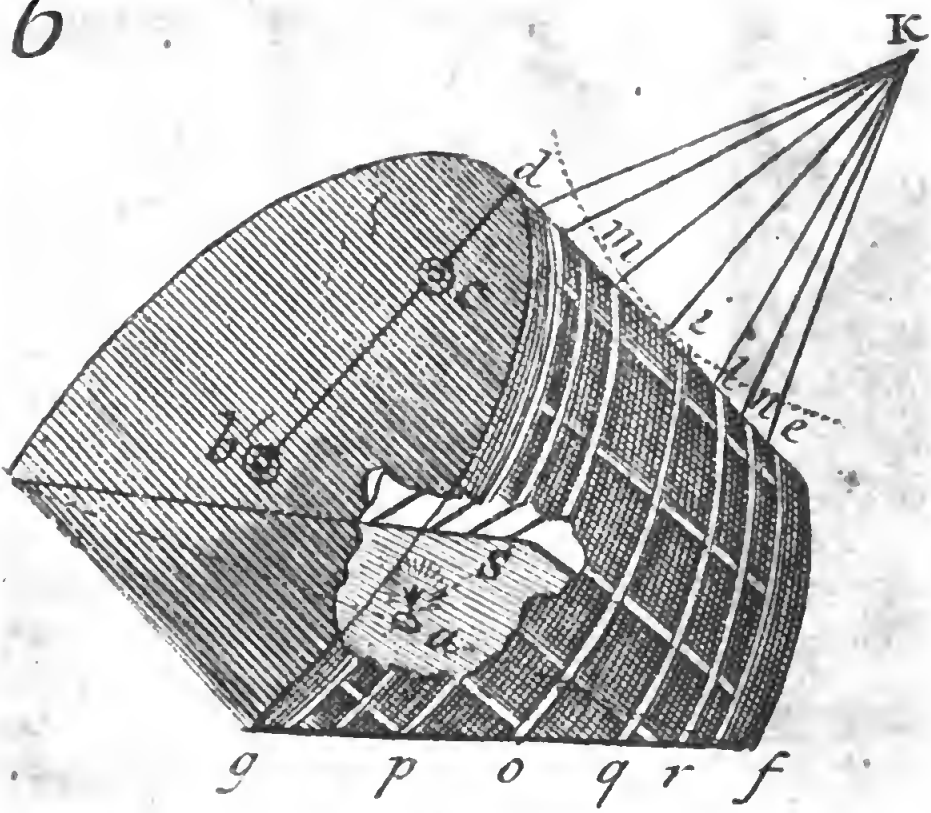
2. Tout le tour du Cylindre, c'eſt à dire, la circonférence *g h d*, ſe diviſe en 24. parties égales, & on tire par là des paralleles, & ce ſont les heures : en ſorte que la ligne qui paſſe par le plus haut point *d*, & *e*, eſt 1 heure de Midy.

3. Au milieu on tire le demicercle *i o* tout au-tour du Cylindre, & ce ſera l'Equateur. On fait la perpendiculaire *i k* égale au demidiamétre *b d*. De *k*, comme d'un centre, on fait un Cercle, dans lequel on prend de part & d'autre 23. degrez 30. & tirant par ce degré les lignes *k d*, *k e*, on a ſur la Méridienne les points par où l'on doit tirer les Cercles parallelles à l'Equateur, qui ſeront les Tropiques; & aprés cela *i* on trouve aiſément les points des autres Signes, ſuivant la pratique donnée au n. 7. de la deſcription de la prémiére Machine.

4. Il eſt bon, mais non pas abſolument néceſſaire, que le demicercle de l'Equateur ſoit préciſément terminé par la Plaque d'embas, dans l'endroit où l'Equateur coupe la ligne de 6 heures, & que cette même Plaque faſſe avec le Plan de l'Equateur l'Angle du Païs où l'on eſt ; de cette façon cette Plaque ſera l'Horizon.

Uſage

6



PUBLIC LIBRARY

Usage de la seconde Machine.

1. FAITES sur la pierre de la fenêtre un petit creux rond de la grandeur d'un demi-écu, pour y mettre le miroir; ou bien faites faire exprès une petite boëte de fer, avec une parte en bas qui puisse s'enchasser dans la pierre, & s'y souder avec du plomb.

2. Prenez la ligne Méridienne, qui passe par cét endroit là, ce qui se fait fort aisément à Midy même si le Soleil y luit. Car tenant un plomb pendu a un filet, au-dela de la fenêtre, en sorte que l'ombre du filet passe par dessus ce creux préparé; cette ombre marquera la ligne Méridienne. On peut, pour plus grande commodité, laisser ce fil ainsi tendu, & l'affermir en cette même disposition.

3. Mettez de nuit une petite Lampe dans ce creux, en sorte que la flamme, qui en doit être petite, mais claire, soit justement en l'endroit où doit être le miroir.

4. Placez la Machine là-dessus, en sorte que la flamme de la Lampe soit justement au trou *a*, qui est le centre, & qu'en même temps le rayon qui

qui paſſe par le trou de l'Axe *b* aille répondre au filet tendu, ou en quelque part que ce ſoit de la ligne Meridienne. En un mot, il faut que cette Machine ſoit orientée, & placée en telle ſorte que ſon Axe regarde le vray Méridien du lieu.

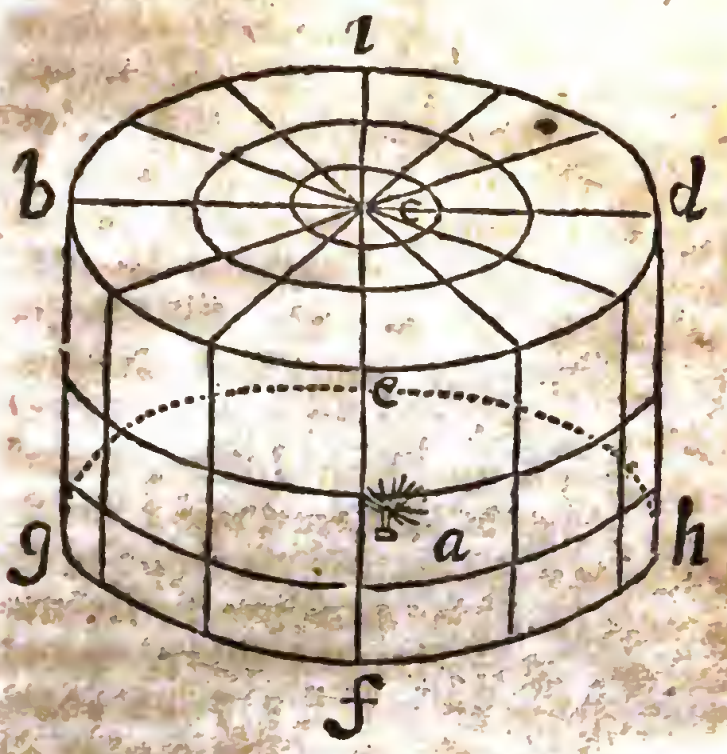
5. Alors le rayon de la Lampe paſſant par toutes les ouvertures de la Lanterne, marquera fidellement dans la chambre tout l'Horloge, & vous n'avez qu'à paſſer le crayon par tous les endroits des murailles, & du plancher où vont ces rayons, pour pouvoir aprés les faire peindre tout à loiſir.

6. En ſuite, on prend un miroir, & on le met dans ce creux, en telle ſituation, qu'il marque tout à la fois l'heure & le Signe de ce jour, & de ce moment, qu'il faut connoître d'ailleurs par quelque autre Quadran. Et quand le verre eſt ainſi placé, il faut l'affermir dans cette ſituation avec du maſtic, ou plutôt avec de groſſes couleurs détrempées à l'huile de noix, telles que ſont celles dont les Peintres ſe ſervent pour dorer, qui ſe ſéchent fort, & qui tiennent admirablement bien, réſiſtant à la pluye & au chaud.

7. Une des commoditez de cét inſtru-

ſtrument, eſt qu'on peut le tourner comme l'on veut, pour faire aller les lignes des heures, & tout le Quadran, dans l'endroit de la chambre qui eſt le plus propre pour les recevoir. Au lieu que par la méthode ordinaire on eſt gêné à faire aller toûjours les heures vers un certain endroit, ſuivant la Méridienne, & trés-ſouvent il arrive que cét endroit eſt le moins propre, & que les heures y ſont tout de travers ſur les poutres, ou ſur d'autres lieux irréguliers. Mais par le moyen de cét inſtrument, on fait aller les heures où l'on veut. Car pourvû que le rayon de *b* aille donner en quelque point de la ligne Méridienne, c'eſt à dire, pourvû que l'Axe du Cylindre ſoit dans le Plan Méridien, on peut dreſſer l'inſtrument, ou l'incliner; le tourner vers l'Orient, ou vers l'Occident comme l'on juge plus à propos. Encore pourroit-on le placer même, en ne faiſant pas aller ce rayon de *b* dans la Méridienne; mais pour lors il y auroit un peu plus de difficulté à le placer.

8. Par une ſemblable Machine, on peut marquer les Azimuts, & les Almicantarats. Car ſi l'on a une autre Lanterne faire comme un tambour



(2. Fig.) & qu'on la mette, en ſorte que la flamme de la Lampe étant au centre *a*, le rayon de *c* aille répondre au point vertical de l'Horloge, (lequel point aura été trouvé par l'autre inſtrument, en marquant dans le plancher le point où le rayon paſſant par *c* du même inſtrument (Fig. 1.) alloit aboutir,) alors les rayons paſſant par les Cercles paralléles, marqueront dans la chambre les almicantarats, en ſorte que *g f h* ſera l'Horizon; & ceux des lignes qui traverſent, & qui vont de haut en bas, marque-

queront les Azimuts, pourvû néanmoins qu'on ait tellement placé cette Lanterne, que les rayons passant par une de ces lignes, aillent tomber sur la Méridienne, qu'on a marquée dans la chambre. Et par ce même moyen on pourroit marquer les Méridiens de divers Païs, les Cercles de Latitude, & toute une Géographie.

9. Il y a un inconvénient, quand on se sert de la lumiére d'une Lampe: c'est que cette lumiére est trop foible, pour se faire bien discerner sur les murailles, & sur les planchers, quand la chambre est grande. Voilà pourquoy il faut se servir des rayons du Soleil, par le moyen de quelques miroirs, En voici la pratique.

20. 1. Commencez par attacher le petit miroir en sa place. 2. Quand le Soleil y donne, marquez trois ou quatre endroits où le rayon réfléchi va tomber dans la chambre à trois heures différentes. Il est bon de faire cela un jour que le Soleil entre dans quelqu'un des Signes: & du moins une de ces opérations doit être faire, lors qu'on sçait qu'il est une certaine heure, par exemple, à midy, ou à 10. heures, ou à 3. heures & demie,

&c. 3. Placez l'instrument, en sorte que son centre réponde préciſément au petit miroir. 4. Ayez quatre ou cinq autres miroirs assez grands, (s'ils sont concaves, ils en seront meilleurs, & placez les, en sorte que recevant les rayons du Soleil, ils les réfléchissent sur le petit miroir, lequel les réfléchira aussi, luy de sa part, vers la circonférence de la Lanterne, ou trouvant les ouvertures, ils passeront pour aller dans la chambre y marquer fort sensiblement les lignes Horaires & les Signes. 5. Mais quand on voit passer ainsi ces rayons par la Lanterne, il faut la disposer en sorte que les rayons qui passent par le Signe du jour, auquel on a marqué ces trois ou quatre points, aillent justement répondre à tous ces points, & qu'en même temps les rayons de l'heure aillent aussi sur le point qu'on avoir marqué lors qu'il étoit cette heure là.

11. Cét instrument est encore trés-commode pour faire les Quadrans sur les murailles, & ailleurs. Mais pour cét effet, il faut qu'il soit plus petit, & plus léger que pour les Quadrans de Réfléxion; & de plus, il faut trouver le moyen de l'attacher au style déja

déja fiché dans la muraille, en ſorte que le pont du ſtyle ſe trouve dans le centre de cet inſtrument, ce qui n'eſt pas fort mal aiſé à partiquer. De plus, il faut le placer, en telle ſorte, que les rayons du Soleil paſſant par la fente de 12. heures, aille répondre à la ligne Méridienne, qu'on auroit déja marquée dans la muraille; & qu'en même temps les rayons du Signe aillent auſſi répondre aux trois ou quatre points qu'on y auroit auſſi marquez le jour de ce Signe. Que ſi le Soleil ne donne pas à Midy ſur cette muraille, il faut ſe ſervir de quelqu'autre point qu'on y auroit marqué à quelqu'autre heure dont on ſeroit aſſûré, ſoit par quelque autre Quadran, ou par quelque autre voie.

12. Il eſt à remarquer, que quand on fait les Quadrans de Réfléxion, l'inſtrument doit être mis le dos en haut, & qu'il doit être tourné, en telle ſorte que ſon Axe, & le trou *b* regardent, non vers le Septentrion, ou vers le Pole, mais vers le Midy. Au contraire, quand on fait les Quadrans ſur les murailles, il faut que l'inſtrument ſoit le dos en bas, & que ſon Axe, ou le point *b*, regarde directement vers le Pole.

Il eſt fort aiſé d'appliquer tout cecy aux Quadrans que l'on feroit par le rayon direct, qui paſſeroit par un trou pour entrer dans une chambre.

FIN

A01 1462016